ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1923.

PRÉSIDENCE DE M. ALBIN HALLER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ENTOMOLOGIE. — Ormiscosdes gregatus, *Saturnien dont les chenilles édifient en société des bourses complexes.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Les chenilles de certains papillons hétérocères ont coutume de vivre en société dans une bourse commune qu'elles tissent de leur soie, qui leur sert d'abri quand elles sont au repos et parfois même constitue le gîte où elles filent leur cocon et se transforment en chrysalide. Ainsi font, dans nos pays, deux Liparidés très nuisibles aux arbres et arbustes, le Bombyx cul-brun (*Euproctis chrysorrhœa* L.) et le Bombyx zigzag (*Porthetria dispar* L.) et deux Euptérotidés, le Processionnaire du Pin (*Cnethocampa pityocampa* D. et S.) et le Processionnaire du Chêne (*C. processionea* L.); mais tandis que les chenilles de cette dernière espèce filent leurs cocons dans la bourse commune, celles des trois autres abandonnent le gîte social et se dispersent avant leur transformation. Parmi les espèces exotiques, deux formes d'Euptérotidés se comportent à la façon du Processionnaire du Chêne, mais construisent des nids plus vastes où, dans une bourre de soie qui forme enveloppe, se trouvent inclus de nombreux cocons; l'une de ces formes est représentée par les espèces du genre *Anaphe* qui sont toutes africaines, l'autre par les *Cœnostegia* ou *Hypsoides* dont M. Charles Oberthür vient de faire l'étude et qui sont propres à Madagascar.

Bien qu'assez souvent fileuses et capables de se faire un cocon soyeux, les chenilles des Saturniens passaient, jusqu'ici, pour incapables d'établir des bourses de l'une ou l'autre sorte; c'est tout au plus, si, parmi les formes étudiées, quelques-unes filent parfois au voisinage les unes des autres, ce qui

donne alors un petit groupe de cocons un peu soudés, comme on l'observe assez fréquemment par exemple, chez le *Cricula trifenestrata* Helf. des Indes orientales. Or les recherches et les élevages effectués au Venezuela, pour le Muséum, par M. Mayeul Grisol, montrent que certains Saturniens du genre *Ormiscodes* rivalisent avec les formes signalées plus haut quant à l'industrie sociale de leurs chenilles, et qu'elles les dépassent même sur ce point en finesse, comme on le verra un peu plus loin.

L'espèce recueillie et élevée par M. Grisol se rencontre aux environs de San Fernando d'Apure. La bourse ovoïde et pédonculée établie par ses chenilles atteint 15^{cm} à 20^{cm} de longueur; elle est gris clair, fixée par son pédoncule aplati à l'extrémité d'une ramille et protégée sur ses flancs par les feuilles rabattues qui se trouvent à cette extrémité ou au voisinage. Le tissu des parois et du pédoncule a l'épaisseur et la résistance du plus résistant parchemin; aux points où il est collé aux feuilles, il s'est moulé sur ces dernières, et sa surface est si unie et si fine qu'on peut y écrire comme sur les papiers de choix; entre les rameaux et les bords des feuilles, le tissu conserve sa consistance et sa finesse, mais au lieu d'être uni, il est quelque peu ridé à la surface. Le tissu peut aisément se séparer des feuilles, qui laissent à sa surface le moulage en creux très uni de sa forme et de ses nervures. On n'observe pas d'enveloppe semblable dans les bourses à cocons des *Anaphe* et des *Cœnostegia;* pour trouver un tissu de revêtement quelque peu analogue, il faut s'adresser à un Papillon diurne mexicain voisin de nos Piérides, l'*Eucheira socialis* dont les chenilles filent en commun une bourse résistante. Abstraction faite de cette enveloppe, le reste de la bourse rappelle beaucoup le travail des *Anaphe* et des *Cœnostegia :* une bourre de soie fine et serrée entoure la masse des cocons qui se relient étroitement les uns aux autres par des fils. La bourre de soie est rattachée lâchement à la face interne de l'enveloppe dont on la sépare très facilement; elle est d'un blanc légèrement jaunâtre, et cette teinte s'accentue dans les parois des cocons, parois faites d'un tissu résistant et serré, analogue au tissu de l'enveloppe, mais plus mince. Les cocons sont ovoïdes, longs de 26^{mm} environ, larges à peu près de 9^{mm}. A l'intérieur est une pupe ovoïde de Saturnien typique, brun marron foncé, sans autres ornements que les fourreaux des appendices, les sillons segmentaires, les stigmates et la fente anale qui occupe le bout postérieur arrondi; autour de celle-ci la surface est sensiblement rugueuse et chagrinée. Cette pupe mesure 18^{mm} de longueur. La bourse que j'ai sous les yeux doit renfermer 10 à 12 cocons; j'ignore s'il y en a de plus grandes. Celles des *Cœnostegia radama*, des *Anaphe* sont d'ordinaire beaucoup plus

grandes et plus populeuses. La sortie des adultes doit s'effectuer par les deux bouts, car en ces deux points, dans la bourse que j'ai sous les yeux, se trouve un large orifice.

De ces bourses, M. Grisol a obtenu d'éclosion deux mâles et une femelle. Ces papillons appartiennent au groupe de l'*Ormiscodes eumedide* Cram. où les ailes antérieures ont une raie basale très oblique et un peu arquée allant de l'attache de l'aile au bord postérieur qu'elle atteint, suivant les espèces, entre le tiers et le quart, une raie externe droite ou peu irrégulière, très éloignée du bord externe, une tache discale noirâtre étroite et située sur la nervure transverse; dans ce groupe les ornements des ailes postérieures sont peu apparents ou nuls, le thorax est couvert de longs poils fins qui varient du gris chamois au brun fumeux, le dos de l'abdomen est jaune orangé avec une bande transverse noire sur chaque segment, le ventre est gris jaunâtre, les flancs de l'abdomen présentent une tache claire au niveau des stigmates, les antennes sont gris noirâtre ou noires, assez largement pectinées chez les mâles, simplement dentées en scie chez les femelles.

Dans ce groupe, le papillon de M. Grisol occupe une place spéciale qu'il doit aux caractères particuliers des deux sexes, d'ailleurs très différents. Dans l'un et l'autre, toutefois, la raie basale atteint à peine ou dépasse peu le tiers proximal du bord postérieur de l'aile, la raie externe noire renferme très peu de blanc, le trait discal noir des ailes antérieures est presque droit et transversal, celui des ailes postérieures, plus vague, est au contraire extrêmement oblique, presque longitudinal, comme la partie postérieure de la nervure transverse qu'il recouvre; en dehors de cette tache, aux mêmes ailes, on observe une large bande submarginale vague, plus obscure que le fond, parallèle au bord externe; cette bande se retrouve plus nette dans toutes les ailes, sur la face inférieure, où elle forme la limite externe d'une bande plus claire. Dans les deux sexes également, les nervures de la face supérieure des ailes tranchent peu sur le fond, au contraire de ce que l'on observe dans les autres espèces du groupe; même à la face inférieure où elles tranchent davantage, elles sont beaucoup moins apparentes que dans ces dernières.

Les mâles mesurent 56^{mm} d'envergure; leurs ailes et le dos du thorax sont d'un gris chamois légèrement rosé, plus clair à la face inférieure; la face est jaune. La rayure basale des ailes antérieures est faiblement mais régulièrement arquée, noire dans sa moitié externe, blanche dans sa moitié interne, et coupée par un long trait orangé au-dessus de la nervure anale; la rayure externe est presque droite, très légèrement concave en dehors

dans sa partie postérieure, un peu plus en dedans à sa partie antérieure où elle se dilate en tache costale blanche; située trois fois plus près de la tache discale que du bord, elle est parallèle à la corde de ce bord qui est nettement convexe; les nervures qui la rencontrent forment sur elle un trait orangé, caractéristique du groupe. En dehors, contre la nervure, s'appuie une large bande submarginale foncée dont le bord externe présente des lobes et des échancrures, l'échancrure médiane, arrondie et peu profonde, reste fort éloignée de la rayure, elle est suivie en arrière par deux lobes convexes égaux et également saillants. Aux ailes postérieures, on distingue, en dehors de la faible raie discale, une bande convexe plus claire qui sépare vaguement deux bandes plus foncées, assez larges, mais sans limites précises; ces bandes sont à peu près parallèles au bord externe, la plus voisine de ce bord correspond à la submarginale antérieure. En dessous les taches discales sont peu apparentes, et nulles aux ailes postérieures.

La femelle est plus grande, avec une envergure de 72^{mm}; ses ailes sont fumeuses, à peine moins noirâtres en dessous ; le dos du thorax est de même teinte, comme la face de la tête où une vague teinte jaunâtre apparaît seulement vers le bas ; les bords externes des deux ailes sont plus obliquement convexes que dans le mâle. La rayure basale des ailes antérieures est moins tranchée que dans celui-ci, irrégulière, et formant deux angles rentrants qui les rendent zigzagantes ; c'est à peine si l'on y voit les traces d'une ligne jaunâtre sur la nervure anale. La raie externe est parallèle au bord externe, plus voisine de ce bord que de la tache discale, beaucoup moins nette que chez le mâle, avec les faibles indications d'une tache jaunâtre à la rencontre des nervures. La raie discale noire sert de limite externe à une tache blanche subtriangulaire. La bande submarginale est indistincte, sauf tout à fait en avant ; elle est très vague aux ailes postérieures dont elle est le seul ornement avec la petite raie discale noirâtre. En dessous il y a un léger nuage discal aux deux ailes, surtout aux antérieures.

Les chenilles envoyées par M. Grisol sont à peu près toutes de même taille et mesurent environ 44^{mm} de longueur ; elles devaient être bien près de filer leur cocon, car je leur ai trouvé des glandes sérigènes volumineuses. Leur teinte devait être verdâtre ; elles ont conservé quelque peu de cette teinte et l'alcool où elles furent mises au moment de la récolte est également d'un ton verdâtre ; la plaque anale très peu chitinisée est de même teinte avec un semis de petites taches marron ; mais la tête est d'un

brun noir luisant, ornée sur la ligne médiane du vertex d'un étroit sillon clair qui se bifurque en avant pour émettre de chaque côté une ligne sinueuse de même couleur qui atteint presque la face postérieure de la tête. Les stigmates se reconnaissent simplement à la teinte marron de leur cadre. Les ornements en saillie sont du type qui caractérise les Saturniens de la famille des Hémileucides et très semblables notamment à ceux des *Automeris*; comme chez ces derniers, ils se composent de tubercules charnus spiniformes garnis d'abord de soies assez raides, puis plus près du sommet, de spinules marron à pointe noirâtre; comme dans ce dernier genre, il y en a quatre de chaque côté sur chaque segment, et les deux inférieurs sont plus petits et presque sans spinules; aux deux derniers segments, il n'y en a que trois de chaque côté, mais un tubercule impair occupe la ligne médiane dorsale. Les tubercules sont assez longs, surtout ceux qui occupent le troisième rang à partir de la base; les tubercules du quatrième rang sont plus courts et leurs épines sont plus fortes.

A cause des habitudes particulières de ses chenilles sociales, je propose pour cette espèce le nom d'*Ormiscodes gregatus*; il est probable que les autres espèces du même groupe présentent les mêmes habitudes et la même industrie. La chenille vit sur une plante appelée *mammon*, mais j'ignore actuellement le nom scientifique de cette plante.

MINÉRALOGIE. — *Sur les inclusions noires contenues dans les diamants du Cap.* Note de M. G. FRIEDEL.

La nature des inclusions noires (crapauds, specks) contenues dans beaucoup de diamants du Cap est restée jusqu'à présent assez mal connue. La plupart des auteurs les ont considérées, d'après leur aspect, comme des matières charbonneuses. Ch. Friedel ([1]) a constaté que certaines d'entre elles sont combustibles au simple feu du chalumeau. La présence du graphite a aussi été indiquée, mais ne paraît pas avoir été prouvée. E. Cohen ([2]) a cru reconnaître, dans un gros diamant de 80 carats, un cristal d'oligiste aplati suivant la base et portant les faces d'un rhomboèdre plat, arrondi et strié, ainsi que celles du prisme de seconde espèce. Partant de cette constatation, il a pensé retrouver l'apparence de l'oligiste dans beaucoup d'inclusions analogues, et conclut que la plupart des inclusions noires, sinon

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. 41, 1884, p. 100.
([2]) *N. Jahrb. f. Min. Geol und Pal.*, 1876, p. 752.

toutes, sont formées d'oligiste. Enfin, ayant fait tailler un cristal contenant une inclusion de ce genre, il pense y avoir reconnu « l'éclat et les propriétés physiques » de l'oligiste, mais ne dit pas quelles de ces propriétés ont été constatées. Aucun essai chimique n'a été fait.

Un échantillon de la collection de l'Université de Strasbourg me permet d'apporter à ce sujet une constatation nouvelle. C'est un petit octaèdre de $0^c,7$ qui contient au voisinage immédiat de l'un de ses sommets, un certain nombre d'inclusions noires, les unes irrégulièrement distribuées, les autres formant des lames aplaties dans des plans parallèles aux faces octaédriques. Vers le sommet, ce paquet d'inclusions devient de plus en plus serré, et atteint finalement la surface du diamant, de telle façon qu'au sommet même l'inclusion est à nu.

En examinant cette matière sous le microscope binoculaire, j'ai cru aussitôt y reconnaître du graphite. Elle est très finement cristallisée et les petits grains cristallins qui la constituent montrent l'éclat et la couleur du graphite. La dureté est très faible, et dans la rayure lisse l'éclat métallique est encore plus marqué. Cependant l'oligiste, sous sa forme dite micacée. pourrait ici à la rigueur être confondu avec le graphite; son éclat et sa couleur par réflexion ne diffèrent pas beaucoup de ceux du graphite, et la dureté apparente d'un assemblage de lamelles très fines d'oligiste pourrait tromper aussi. A vrai dire, si les inclusions noires étaient de l'oligiste comme le pense Cohen, on ne manquerait pas d'y voir, au moins par endroits, la couleur rouge et la transparence de ce minéral, les inclusions étant très souvent minces. Si fines qu'elles soient, les inclusions noires restent noires et opaques. Cela seul suffirait pour obliger à repousser la conclusion générale de Cohen. Mais l'essai chimique était ici facile, et il est démonstratif. On sait que l'oligiste, que l'acide chlorhydrique n'attaque que lentement, est rapidement dissous à chaud par un mélange d'acide chlorhydrique et d'iodure de potassium. Après avoir vérifié le fait sur un oligiste micacé fin, qui s'est dissous rapidement et complètement dans ce mélange, j'ai traité de la même manière le diamant et son inclusion. L'attaque a été nulle et l'échantillon, bien que traité longuement et à plusieurs reprises, n'a subi aucun changement; la solution ne contenait pas de fer. Il est donc certain que l'on a affaire à du graphite.

Il reste possible, bien entendu, que l'observation de Cohen relativement au cristal d'oligiste qu'il a cru voir dans un gros diamant soit exacte. Mais la forme ternaire, en lame aplatie suivant la base, et l'éclat métallique peuvent fort bien s'appliquer au graphite, en sorte que cette observation

même me paraît suspecte. Toutefois, même si l'on accepte cette détermination, il n'est pas possible d'admettre que les inclusions noires et opaques soient, d'une manière générale, constituées par un minéral qui, en petits éléments, est translucide et rouge. L'observation que je viens de décrire tend à faire penser, bien plutôt, que les « crapauds » sont constitués par du graphite, ce minéral étant déterminé sans ambiguïté dans l'échantillon de Strasbourg. Seule l'observation de Ch. Friedel paraîtrait indiquer qu'à côté du graphite il peut exister aussi des matières charbonneuses plus facilement combustibles.

Il est intéressant de trouver ainsi associées les deux formes du carbone, comme elles le sont d'ailleurs dans les météorites du Cañon Diablo. L'inclusion du graphite dans le diamant pourrait faire croire, au premier abord, que le graphite a cristallisé le premier et a été englobé postérieurement dans le diamant provenant ou non de sa transformation. Mais l'alignement des inclusions de graphite dans des plans cristallographiques déterminés du diamant s'oppose à cette conclusion. On a d'ailleurs signalé à plusieurs reprises une distribution des inclusions noires en rapport avec la forme cristalline du diamant. Il semble donc bien qu'il faille conclure à la cristallisation simultanée des deux espèces.

M. **Pierre Termier**, présentant à l'Académie ([1]) l'ouvrage de M. Léopold Kober intitulé *Bau und Entstehung der Alpen*, s'exprime en ces termes :

L'ouvrage que vient de publier M. **L. Kober**, professeur de Géologie à l'Université de Vienne, est le premier livre, ayant le caractère d'un traité, dont l'objet soit la synthèse structurale de toutes les Alpes, de la Méditerranée à la plaine hongroise. On a beaucoup parlé, depuis vingt ans, de la synthèse alpine; exposée dans diverses Notes, elle a été attaquée, défendue, discutée dans de nombreux Mémoires et dans plusieurs livres. Entre géologues français et suisses, l'accord existe depuis longtemps sur les grandes lignes de la structure ; et l'on ne controverse plus que sur les détails. Mais, comme je le disais l'an dernier ici même, la lutte continue, en Autriche, en Allemagne et en Italie, entre les partisans de la *théorie des grandes nappes* (Deckenbau) qui étendent aux Alpes orien-

([1]) Séance du 19 novembre 1923.

tales la structure désormais classique des Alpes occidentales et des Alpes suisses, et les partisans d'un individualisme des Alpes orientales pour lesquels ces dernières ont une histoire spéciale et une tectoniqne à elles.

Le livre de M. Kober vient à son heure et apporte, en faveur de la théorie des grandes nappes et de l'unité de structure, de nouveaux arguments et un ferme témoignage. Il fera donc plaisir à tous les géologues qui, de près ou de loin, appartiennent à l'école française ou se réclament d'elle; et je ne saurais trop en recommander la lecture à tous ceux qui s'intéressent à la tectonique, que ce soit la tectonique alpine ou celle des très vieilles chaînes.

La part personnelle de l'auteur dans l'édification de la tectonique alpine est fort importante. Nous devons à M. Kober la connaissance détaillée et précise de la région orientale des Hohen Tauern et du pays qui lui fait suite à l'Est et au Nord-Est. Quand il parle de la *fenêtre* des Tauern, des nappes pennines multiples qui y apparaissent et des nappes de Radstadt qui l'entourent, c'est en maître qui sait de quoi il parle. A la suite de M. F. Becke et de V. Uhlig, il a patiemment disséqué ces montagnes, et j'ai pu constater l'année dernière à quel point il les avait pénétrées et comprises. Mais ses efforts se sont étendus à d'autres régions de la chaîne; et il est le premier qui nous ait fait connaître, sur les confins austro-slovènes, les rapports structuraux du pays alpin et du pays dinarique.

Pour M. Kober, toute grande chaîne de montagnes (tout *Orogen* comme il dit) est bâtie en éventail : de part et d'autre d'une *zone intermédiaire* (Zwischengebirge) plus ou moins écrasée, les plis se couchent vers l'extérieur, souvent transformés en des nappes à long cheminement. Le massif corso-sarde, entre Apennin et Atlas, d'une part, et Alpes, Baléares et Sierra-Nevada, d'autre part, joue le rôle de Zwischengebirge; il en est de même de la plaine hongroise, entre Carpathes et Dinarides. De Nice au Bachergebirge, la *zone intermédiaire* est totalement écrasée et réduite à une *cicatrice* (Narbe) : c'est le *bord alpino-dinarique*. Au nord de cette cicatrice, les nappes alpines fuient vers le Nord; au sud, les nappes dinariques fuient vers le Sud. Mais l'ensemble dinarique surmonte néanmoins l'ensemble alpin et s'est avancé sur lui, plus ou moins loin suivant les régions. A cette manière originale de voir les choses, je ne connais aucune objection grave. L'hypothèse n'est pas *nécessitée* par l'étude des seules Alpes (de Nice à la plaine hongroise); mais elle devient séduisante pour les prolongements de la chaîne alpine, aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest.

Le livre est complété par une carte tectonique des Alpes à l'échelle de $\frac{1}{1500000}$ qui est, à elle seule, pour la théorie des grandes nappes, un argument presque irrésistible.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique générale, en remplacement de M. *J. Violle*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 62,

M. Aimé Cotton	obtient	. . . .	32 suffrages
M. Charles Fabry	»	. . . .	28 »
M. Henri Abraham	»	. . . .	1 suffrage

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Aimé Cotton**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° André Piédallu. *Le sorgho, son histoire, ses applications*. (Présenté par M. J. Costantin.)

2° *L'hérédité chez la betterave cultivée*, par Jacques Lévêque de Vilmorin. (Présenté par M. P. Dangeard.)

Mme Vve **Wyrouboff** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari.

MM. **Gaston Bertrand**, **Chipart**, **Gaston Delépine**, **H. Humbert**, **Robert Noël**, **Eugène Rochard** et **Wolf-Maurice Stern**, **Herbert Edwards Soper**, **Eugène Tassilly** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions presque périodiques par des sommes trigonométriques.* Note de M. **Harald Bohr.**

Dans la théorie de l'approximation des fonctions continues *périodiques* par des polynomes trigonométriques, on a deux théorèmes classiques, d'un caractère assez différent :

1. *Théorème de la série de Fourier.* — A toute fonction $f(x)$, périodique de période $\frac{2\pi}{k}$, il appartient une série de la forme $\sum_{-\infty}^{\infty} a_n e^{inkx}$, la série de Fourier de la fonction, qui de son côté détermine la fonction $f(x)$ d'une manière univoque, et qui converge en moyenne vers $f(x)$.

2. *Théorème de l'approximation uniforme.* — Une condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction continue $f(x)$ soit périodique de période $\frac{2\pi}{k}$ est qu'on peut l'approcher d'une manière uniforme par une suite de polynomes trigonométriques de la forme $\sum_{-N}^{N} b_n e^{inkx}$.

Dans une Note antérieure ([1]), j'ai introduit une certaine classe de fonctions continues d'une variable réelle, les fonctions *presque périodiques*, et j'ai montré que le théorème 1 peut s'étendre de la manière suivante :

I. *A toute fonction presque périodique $f(x)$, il appartient une suite de nombres réels λ_1, λ_2, ... et une série trigonométrique de la forme $\sum_{1}^{\infty} a_n e^{i\lambda_n x}$; cette série que l'on pourrait appeler « la série de Fourier généralisée de la fonction $f(x)$ », détermine de son côté la fonction $f(x)$ d'une manière univoque, et elle converge en moyenne vers $f(x)$.*

Dans cette Note, je m'occuperai d'une extension du théorème 2 aux fonctions presque périodiques. Pour y arriver, on doit étudier *les propriétés arithmétiques des exposants λ_n* qui appartiennent à une fonction presque périodique donnée. En effet, il convient d'introduire la notion d'une *base* des exposants λ_n ([2]), c'est-à-dire une suite dénombrable (ou finie) de nombres réels k_1, k_2, ..., *linéairement indépendants*, telle que tout expo-

([1]) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 737.

([2]) Voir H. Bohr, *Zür Theorie der allgemeinen Dirichletschen Reihen* (*Math. Ann.*, t. 79, p. 136-156).

sant λ_n peut être exprimé comme fonction linéaire d'un nombre fini des nombres k_m à coefficients *rationnels*. En particulier, on est conduit à distinguer entre le cas, où l'on peut choisir la base $\{k_m\}$ de telle manière que les coefficients rationnels dans les expressions des exposants λ_n par des nombres k_m sont tous des nombres *entiers* — nous disons, dans ce cas, que les exposants λ_n possèdent une base *entière* — et le cas, où un tel choix n'est pas possible.

Dans le cas spécial où les exposants λ_n possèdent une base *entière* qui, de plus, ne contient qu'un nombre *fini* de nombres, $k_1, k_2, \ldots, k_q$, les fonctions presque périodiques correspondantes sont identiques aux fonctions « quasi périodiques » étudiées par MM. Bohl et Esclangon. On le démontre aisément à l'aide du « théorème fondamental » de ma Note précédente. D'après les recherches très intéressantes de ces géomètres, les fonctions quasi périodiques peuvent se représenter par la forme $f(x) = F(x, x, \ldots, x)$, où $F(x_1, x_2, \ldots, x_q)$ est une fonction continue des variables $x_1, x_2, \ldots, x_q$, qui est rigoureusement périodique par rapport à chacune de ses q variables. C'est à l'aide de cette représentation que M. Bohl a obtenu son résultat principal, que les fonctions quasi périodiques sont identiques aux fonctions $f(x)$, qu'on peut approcher d'une manière uniforme par des sommes trigonométriques de la forme $\Sigma b_n e^{i(n_1 k_1 + \ldots + n_q k_q)x}$.

Pour les fonctions presque périodiques dont les exposants λ_n possèdent une base entière quelconque, on peut généraliser le résultat de MM. Bohl et Esclangon de la manière suivante :

Toute fonction presque périodique $f(x)$ à laquelle appartiennent des exposants λ_n avec une base entière, peut se représenter sous la forme

$$f(x) = F(x, x, \ldots, x, \ldots),$$

où $F(x_1, \ldots, x_2, \ldots, x_m, \ldots)$ est une fonction uniformément continue d'une infinité de variables réelles, qui est rigoureusement périodique par rapport à toutes les variables.

Dans le cas général, où les exposants ne possèdent pas une base entière, l'étude est plus difficile. A l'aide des considérations, dont l'auteur a déjà fait usage dans le Mémoire cité ci-dessus, on trouvera le théorème suivant :

Une fonction presque périodique quelconque se représente sous la forme

$$f(x) = F(x, x, \ldots, x, \ldots),$$

où $F(x_1, x_2, \ldots, x_m, \ldots)$ est une fonction uniformément continue d'une

infinité de variables, qui, sans être périodique elle-même, peut être approchée d'une manière uniforme par des fonctions $G(x_1, \ldots, x_2, \ldots, x_m, \ldots)$, *qui sont périodiques par rapport à tous les* x_m.

En se rappelant que les fonctions périodiques d'une infinité de variables peuvent être approchées par des expressions trigonométriques, on arrive à l'aide du dernier théorème au résultat suivant, qui forme l'extension du théorème 2.

II. *Une condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction*

$$f(x)\,(-\infty < x < \infty)$$

soit presque périodique est qu'elle peut s'approcher d'une manière uniforme par des sommes trigonométriques quelconques $\sum_1^N b_n e^{i\lambda_n x}$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les confluences de la série de Clausen.* Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

La fonction hypergéométrique d'ordre supérieur, introduite par Clausen et étudiée par M. Goursat,

$$F\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & x \end{pmatrix} = \sum_0^\infty \frac{(a_1, m)(a_2, m)(a_3, m)}{(b_1, m)(b_2, m)} \frac{x^m}{(1, m)}$$

donne naissance, par confluence, à plusieurs séries nouvelles, que, se bornant à celles qui sont convergentes, l'on peut représenter par les symboles suivants, où les astérisques indiquent les confluences

$$\text{(I)} \qquad F\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \star \\ b_1 & b_2 & x \end{pmatrix} = \sum \frac{(a_1, m)(a_2, m)}{(b_1, m)(b_2, m)} \frac{x^m}{(1, m)},$$

$$\text{(II)} \qquad F\begin{pmatrix} a_1 & \star & \star \\ b_1 & b_2 & x \end{pmatrix} = \sum \frac{(a_1, m)}{(b_1, m)(b_2, m)} \frac{x^m}{(1, m)},$$

$$\text{(III)} \qquad F\begin{pmatrix} \star & \star & \star \\ b_1 & b_2 & x \end{pmatrix} = \sum \frac{x^m}{(b_1, m)(b_2, m)(1, m)}.$$

La deuxième de ces fonctions qui vérifie l'équation différentielle

$$x^2 y''' + x y''(1 + b_1 + b_2) + y'(b_1 b_2 - x) - a_1 y = 0$$

semble particulièrement intéressante, en raison des rapports très étroits qui la lient aux fonctions de Bessel.

1. Elle peut servir à exprimer le *carré* de toute fonction de Bessel : si nous posons en effet, pour simplifier,

$$\Xi(n, x) = \sum \frac{x^m}{(n, m)(1, m)} = \Gamma(n)\, x^{\frac{1-n}{2}}\, i^{1-n}\, J_{n-1}(2i\sqrt{x}),$$

une marche analogue à celle qu'a suivie Clausen au tome 3 du *Journal de Crelle* montre que l'on a

$$\Xi^2(n, x) = F\begin{pmatrix} n - \frac{1}{2} & \star & \star \\ n & 2n - 1 & 4x \end{pmatrix},$$

ce qui permet de mettre le carré d'une fonction de Bessel, d'indice quelconque, sous la forme d'une série (II). Par exemple

$$J_0^2(x) = F\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \star & \star \\ 1 & 1 & -x^2 \end{pmatrix}.$$

2. Elle peut servir à exprimer la *dérivée* de toute fonction de Bessel : la considération des équations différentielles, jointe au procédé des équations de Didon, amène, en effet, à la formule

$$\frac{d^{2p}}{dx^{2p}}\Xi(n, x^2) = \frac{1.3.5\ldots(2p-1).2^p}{(n, p)} F\begin{pmatrix} p + \frac{1}{2} & \star & \star \\ \frac{1}{2} & n + p & x^2 \end{pmatrix}$$

et à une formule analogue pour une dérivée d'indice impair. Ces relations, qui sont très générales et s'étendent aux fonctions hypergéométriques d'ordre quelconque, sont des généralisations directes de l'expression des polynomes d'Hermite en série de Kummer,

$$\frac{d^{2p}}{dx^{2p}} e^{x^2} = 1.3\ldots(2p-1).2^p F\begin{pmatrix} p + \frac{1}{2} & \star \\ \frac{1}{2} & x^2 \end{pmatrix}.$$

On en tirera des relations entre la série (II) et les dérivées des fonctions de Bessel : par exemple

$$\frac{d^{2p}}{dx^{2p}} J_0(x) = \frac{1.3\ldots(2p-1)}{2.4.6\ldots(2p)}(-1)^p F\begin{pmatrix} p + \frac{1}{2} & \star & \star \\ p + 1 & \frac{1}{2} & -\frac{x^2}{4} \end{pmatrix}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations intégro-différentielles linéaires à plusieurs variables.* Note de M. **Léon Pomey**, présentée par M. Goursat.

1. Considérons l'équation intégro-différentielle linéaire suivante — comprenant en particulier les équations linéaires aux dérivées partielles — où, pour simplifier l'écriture, nous prenons senlement deux variables indépendantes et supprimons les virgules entre les arguments,

$$(1)\qquad \varphi(xy) = f(xy) + \int_{L_x}^{m} dt^m \int_{L_y}^{p} \sum_{r_i, q_i = 0}^{r_i = r,\, q_i = q} K_{r_i q_i}(xytv) \frac{\partial^{r_i + q_i} \varphi(tv)}{\partial t^{r_i} \partial v^{q_i}} dv^p,$$

en désignant par $\varphi(xy)$ la fonction inconnue; $f(xy)$ et $K_{r_i q_i}(xytv)$ des fonctions analytiques données, supposées holomorphes, quand la variable indépendante x et la variable d'intégration t ne sortent pas d'un certain domaine D_x borné, complet et simplement connexe, et que d'autre part les variables y et v ne sortent pas d'un domaine analogue D_y; par L_x et L_y deux lignes rectifiables de longueur finie joignant l'une, dans D_x, le point fixe x_0 au point x, l'autre, dans D_y, y_0 à y; enfin par les symboles $\int_{L_x}^{m}$ et $\int_{L_y}^{p}$ des intégrales m-uple et p-uple effectuées le long de L_x et de L_y.

Cette équation a manifestement pour *solution formelle* la série

$$\sum_{n=0}^{\infty} u_n(xy),$$

dont les différents termes $u_0, \ldots, u_n, \ldots$ ont pour expression $f(xy), \ldots,$

$$\int_{L_x}^{m} dt^m \int_{L_y}^{p} \sum_{r_i, q_i = 0}^{r, q} K_{r_i q_i}(xytv) \frac{\partial^{r_i + q_i} u_{n-1}(tv)}{\partial t^{r_i} \partial v^{q_i}} dv^p, \qquad \ldots.$$

L'objet essentiel de cette Note est de résumer les grandes lignes d'une méthode qui permet de prouver la convergence de ce développement. Voici le résultat de cette étude :

Théorème. — *Si l'ordre d'intégration $m + p$ est supérieur à l'ordre maximum de dérivation, l'équation* (1) *admet une solution $\varphi(xy)$ qui est :* 1° *holomorphe dans toute région intérieure au domaine d'holomorphie* (D_x, D_y) *des coefficients;* 2° *représentable dans tout l'intérieur de ce domaine par*

l'unique développement $\Sigma u_n(xy)$ défini plus haut, qui y est absolument et uniformément convergent.

Ainsi apparaît une première similitude entre les équations différentielles ordinaires (linéaires) et l'équation (1) dans le cas où $m+p$ est $> r+q$ (ce qui est, par exemple, le cas des équations du second ordre hyperbolique et parabolique).

2. Pour plus de clarté, indiquons la démonstration de la première partie en nous contentant d'une somme Σ réduite, sous les signes d'intégration, à un seul terme $K(xytv)\dfrac{\partial^{r+q}\varphi(tv)}{\partial t^r\,\partial v^q}$, ce qui ne diminue pas la généralité des raisonnements.

Limitation de $|u_n(xy)|$. — Appelons μ et M les bornes supérieures de $|f(xy)|$ et $|K(xytv)|$ dans (D_x, D_y). Possédant une limite supérieure μ ou $U_0(xy)$ de $|u_0(xy)|$, supposons qu'on en connaisse une, $U_{n-1}(xy)$ de $u_{n-1}(xy)|$ pour certaines valeurs de x et y, et cherchons à en déduire une par récurrence, $U_n(xy)$ pour $|u_n(xy)|$. Pour cela, considérons des cercles C_n et Γ_n ayant respectivement pour centres les points fixes x_0 et y_0, et pour rayons $|t-x_0|+\delta_n$ et $|v-y_0|+\delta_n$, δ_n étant la quantité $\frac{\varepsilon}{\omega}\frac{1}{n^\alpha}$, où α est une constante >1, ω la somme de la série $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^\alpha}$, ε une constante positive arbitrairement petite. Si z_n et ζ_n désignent les points courants sur C_n et Γ_n, l'emploi de la formule de Cauchy

$$\frac{\partial^{r+q}u_{n-1}(tv)}{\partial t^r\,\partial v^q}=\frac{r!\,q!}{(2\pi i)^2}\int_{C_n}dz_n\int_{\Gamma_n}\frac{u_{n-1}(z_n\zeta_n)\,d\zeta_n}{(z_n-t)^{r+1}(\zeta_n-v)^{q+1}}$$

est légitime si les contours C_n et Γ_n, qui entourent t et v, sont intérieurs l'un à D_x, l'autre à D_y (condition A). Si en outre la limite supérieure $U_{n-1}(xy)$ est valable aux points z_n et ζ_n (condition B), on voit, en appelant γ_n^t, γ_n^v et a les deux intégrales $\int_{C_n}\frac{|dz_n|}{|z_n-t|^{r+1}}$, $\int_{\Gamma_n}\frac{|d\zeta_n|}{|\zeta_n-v|^{r+1}}$ et la quantité $\frac{r!\,q!}{(2\pi i)^2}$, que l'expression $a\,U_{n-1}(z_n\zeta_n)\gamma_n^t\gamma_n^v$ est une limite supérieure de $\frac{\partial^{r+q}u_{n-1}(tv)}{\partial t^r\,\partial v^q}$ et que l'expression

$$a\mathrm{M}\int_{L_x}^{m}|dt|^m\int_{L_y}^{p}U_{n-1}(z_n\zeta_n)\gamma_n^t\gamma_n^v|\,dv\,|^p \quad \text{ou} \quad \varpi_n(xy)$$

en est aussi une pour $|u_n(xy)|$. Choisissons maintenant pour chemin d'inté-

gration reliant x_0 (ou y_0) à un autre point du même plan, le segment de droite joignant ces deux points.

Il est permis alors de prendre pour $U_n(xy)$ toute fonction dont la valeur est $\geqq \varpi_n(xy)$, car on vérifie que les conditions A et B (constituant les *conditions $n^{\text{ièmes}}$ de validité*) sont remplies pourvu que x (et y) soit intérieur au plus grand cercle d_{x_0} (et d_{y_0}) qu'on puisse tracer dans D_x (et D_y) avec x_0 (et y_0) pour centre. Achevons la détermination effective de $U_n(xy)$.

Appelons $s(x)$ et $s(y)$ les longueurs des arcs L_x, L_y, et Δ_n, Δ'_n des limites supérieures de γ'_n et γ''_n qui soient fonctions uniquement de δ_n, par exemple $\frac{2\pi}{\delta''_n}$ et $\frac{2\pi}{\delta''_n}$. Comme $s(z_n)$ et $s(\zeta_n)$ ont pour valeurs $s(t)+\delta_n$ et $s(v)+\delta_n$, on voit, après quelques calculs, qu'on peut prendre pour $U_n(xy)$ l'expression

$$\mu(a\mathrm{M})^n\Delta_1\ldots\Delta_n.\Delta'_1\ldots\Delta'_n\frac{[s(x)+\varepsilon]^{nm}}{(nm)!}\frac{[s(y)+\varepsilon]^{np}}{(np)!}.$$

Désignons par τ et X les quantités

$$m+p-\alpha(r+q) \quad \text{et} \quad a\mathrm{M}.4\pi^2\left(\frac{\omega}{\varepsilon}\right)^{r+q}(l+\varepsilon)^m(l'+\varepsilon)^q,$$

où l et l' sont deux constantes toujours supérieures à $s(x)$ et $s(y)$ dans D_x et D_y; $U_n(xy)$ est $<\mu\frac{X^n}{(n!)^\tau}$; ceci est le terme général d'une série numérique qui est convergente si l'on choisit α inférieur à $\frac{m+p}{r+q}$, ce qui est possible. Donc la série $\Sigma u_n(xy)$ est absolument et *uniformément* convergente dans le domaine bicirculaire (d_{x_0}, d_{y_0}), où les coefficients sont développables en séries entières en $(x-x_0)$ et $(y-y_0)$.

Elle représente donc bien dans ce domaine la solution cherchée, qui sera holomorphe à l'intérieur de (D_x, D_y) comme les coefficients. Pour la seconde partie, on a une démonstration analogue en prenant comme contours C_n et Γ_n des cercles de centres t et v et de rayon δ_n.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes adjoints d'équations différentielles linéaires*. Note de M. **René Lagrange**, présentée par M. Emile Borel.

Étant donnés deux systèmes d'équations différentielles linéaires, d'ordre n, d'intégrales générales

$$x_i=\sum_{h=1}^{n}\alpha_h x_{hi} \qquad \text{et} \qquad X_i=\sum_{h=1}^{n}\lambda_h X_{hi},$$

on dit qu'ils sont adjoints s'il existe une expression, à coefficients constants, bilinéaire par rapport aux deux systèmes d'intégrales, dont la valeur soit indépendante de la variable indépendante t.

Il semble qu'il manque une réciproque à cette théorie et qu'on puisse se demander si la relation bilinéaire est la seule possible entre deux systèmes linéaires, tout au moins sous certaines conditions de généralités.

La réponse est affirmative. Autrement dit, si deux systèmes linéaires sont tels qu'il existe une expression analytique

$$\Phi(x_1, x_2, \ldots, x_n; X_1, X_2, \ldots, X_p)$$

dont la valeur soit indépendante de t, ils sont en général du même ordre et adjoints.

La démonstration fait intervenir les rotations de chaque système, c'est-à-dire les coefficients $r_{ik}(t)$ et $R_{ik}(t)$ des relations

$$\frac{dx_{hi}}{dt} = \sum_l r_{hl}(t) x_{li}, \qquad \frac{dX_{hi}}{dt} = \sum_l R_{hl}(t) X_{li},$$

et conduit à supposer que les rotations d'un même système sont des fonctions linéairement distinctes. Tel est le caractère de généralité, sinon nécessaire, tout au moins suffisant pour que la conclusion précédente soit exacte.

Si l'on suppose les deux systèmes de même ordre, ce qui ne change en rien les raisonnements, on doit pouvoir écrire

$$\Phi(x_1, \ldots, x_n; X_1, \ldots, X_n) \equiv V(\alpha_1, \ldots, \alpha_n; \lambda_1, \ldots, \lambda_n),$$

et V est alors donnée par l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \sum_{ik} r_{ik}(t)\, \alpha_i \frac{\partial V}{\partial \alpha_k} + \sum_{jh} R_{jh}(t)\, \lambda_j \frac{\partial V}{\partial \lambda_h} = 0.$$

Cette équation, jointe à $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$, et à l'indépendance linéaire tant des r_{ik} que des R_{ik}, exige que les rotations de l'un quelconque des deux systèmes soient des combinaisons linéaires à coefficients constants de l'autre, à savoir

$$(2) \qquad R_{jh} = \sum_{ik} \theta_{ik}^{jh} r_{ik},$$

et l'on obtient pour V le système d'équations

$$(3)\qquad F_{ik}(V) \equiv \alpha_i \frac{\partial V}{\partial \alpha_k} + \sum_{jh} \theta_{ik}^{jh} \lambda_j \frac{\partial V}{\partial \lambda_h} = 0.$$

On peut voir tout d'abord que la seule équation, en α_i et $\frac{\partial V}{\partial \alpha_i}$ seuls, que puisse vérifier V est $\sum_i \alpha_i \frac{\partial V}{\partial \alpha_i} = 0$, de sorte qu'on distinguera deux cas, suivant que V est ou n'est pas homogène et de degré zéro par rapport aux α ou aux λ.

D'autre part, les rotations d'un système ne sont définies qu'à une transformation près du groupe à n^2 paramètres

$$r'_{ik} = \sum_{jh} c_{ij} c^{kh} r_{jh},$$

où les c^{kh} sont les contrevariants des paramètres constants c_{ij}.

Grâce à cette ambiguïté on peut réduire $F_{11}V$ à la forme

$$F_{11} V = \alpha_1 \frac{\partial V}{\partial \alpha_1} + \sum_j \theta_{11}^{jj} \lambda_j \frac{\partial V}{\partial \lambda_j} = 0.$$

Les conditions d'intégrabilité de (3) sont alors assez simples et montrent que les θ_{11}^{jj} se partagent nécessairement en deux groupes

$$\theta_{11}^{11} = \theta_{11}^{22} = \ldots = \theta_{11}^{n-1,n-1} = \theta_{11}^{nn} = \pm 1.$$

La conclusion s'obtient ensuite facilement. Si V n'est homogène et de degré zéro par rapport à aucun des groupes α ou λ, le signe $(-)$ conduit à une impossibilité, et le signe $(+)$ donne la fonction $V = \sum \alpha_i \lambda_i$; les θ_{ik}^{jh} sont tous nuls sauf les θ_{ki}^{ik}, égaux à -1; on a donc

$$R_{ik} = -r_{ki},$$

et en exprimant, dans V, les α et les λ en fonction des x_i, x_{hi}, X_i, X_{hi}, on obtient une fonction bilinéaire en x_i et X_i, dont les coefficients sont nécessairement constants. C'est la solution, connue d'avance, des systèmes adjoints.

Enfin, si V est homogène et de degré zéro par rapport aux α, par exemple, le signe $(+)$, aussi bien que le signe $(-)$, conduisent à une impossibilité.

ÉLASTICITÉ. — *Plaques minces rectangulaires simplement encastrées.* Note de M. **Paul Sonier** (1), présentée par M. Mesnager.

Si l'on substitue les cosinus aux sinus, pour le développement de la fonction de charge, dans la méthode appliquée par Navier au calcul des plaques minces rectangulaires, on aboutit toujours à une intégrale de leur équation différentielle, mais avec de nouvelles conditions aux limites : la déviation des plans des sections de pourtour s'annule alors, ainsi que l'effort tranchant de ces sections; c'est le cas de la *plaque mince rectangulaire simplement encastrée (non fixée) suivant ses bords.*

On obtient dans ces conditions pour la flèche élastique w, à une constante près, la solution générale

$$w=\frac{1-\eta^2}{\pi^4 \mathrm{EI}}\left[a^4\sum\frac{c_m}{m^4}\cos\frac{m\pi x}{a}+b^4\sum\frac{c_n}{n^4}\cos\frac{n\pi y}{b}+\sum\sum\frac{c_{m,n}}{\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}\cos\frac{m\pi x}{a}\cos\frac{n\pi y}{b}\right]$$

avec

$$c_m=\frac{2}{ab}\int_0^a dx\int_0^b p(x,y)\cos\frac{m\pi x}{a}\,dy,$$

$$c_n=\frac{2}{ab}\int_0^a dx\int_0^b p(x,y)\cos\frac{n\pi y}{b}\,dy,$$

$$c_{m,n}=\frac{4}{ab}\int_0^a dx\int_0^b p(x,y)\cos\frac{m\pi x}{a}\cos\frac{n\pi y}{b}\,dy.$$

Le feuillet moyen de la plaque est supposé limité par les quatre droites $x=0$, $x=a$, $y=0$, $y=b$.

La fonction $p(x,y)$ représente la charge unitaire (valeur de la résultante des pressions s'exerçant sur les deux faces, rapportée à l'unité de surface de la plaque en chaque point).

m et $n=1, 2, 3, \ldots, \infty$; I est le moment d'inertie, supposé constant, d'une section de longueur égale à l'unité; E est le coefficient d'élasticité; η, le coefficient de Poisson.

Application aux planchers sans nervures. — Soit une dalle d'étendue indéfinie, chargée uniformément sur toute sa surface et portée directe-

---

(1) Résumé du contenu du pli cacheté déposé par M. Paul Sonier le 8 mai 1922, enregistré sous le nº 8999 et ouvert le 24 septembre 1923.

ment par des piliers identiques dont les centres d'appui sont les points

$$(x = \pm 2Ka, \quad y = \pm 2K'b) \quad \text{avec} \quad K = 0, 1, 2, \ldots \quad \text{et} \quad K' = 0, 1, 2, \ldots$$

La partie de la dalle limitée par les quatre droites : $x = 0$, $x = a$, $y = 0$, $y = b$ (quart de panneau) se trouve, pour des raisons de symétrie, dans les conditions du problème précédent. Enfin on peut admettre (suivant l'usage) que la réaction de chaque pilier s'étale uniformément sur un rectangle.

Soient $x = -u$, $x = u$, $y = -v$, $y = v$, les quatre droites limitant ce rectangle pour le pilier situé à l'origine des coordonnées; soit, d'autre part, P la charge totale (uniforme) reposant sur une surface $2a \times 2b$ (panneau). On obtient

$$c_m = -\frac{P}{2\pi b u} \cdot \frac{1}{m} \sin \frac{m\pi u}{a}, \qquad c_n = -\frac{P}{2\pi b v} \cdot \frac{1}{n} \sin \frac{n\pi v}{b},$$

$$c_{m,n} = -\frac{P}{\pi^2 u v} \cdot \frac{1}{mn} \sin \frac{m\pi u}{a} \sin \frac{n\pi v}{b}.$$

Moments fléchissants. — Le moment de *fléchissement*

$$M_x = -\frac{EI}{1-\eta^2} \frac{d^2 w}{dx^2}$$

(section perpendiculaire à l'axe des x) s'exprime dès lors par

$$M_x = -\frac{Pa^2}{2\pi^3 b u} \sum \frac{1}{m^3} \sin \frac{m\pi u}{a} \cos \frac{u\pi x}{a}$$
$$- \frac{P}{\pi^4 a^2 u v} \sum \sum \frac{m}{n\left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2}\right)^2} \sin \frac{m\pi u}{a} \sin \frac{n\pi v}{b} \cos \frac{m\pi x}{a} \cos \frac{n\pi y}{b}.$$

On peut transformer la série double en série simple (faute de quoi la formule demeurerait pratiquement inutilisable, en dehors peut-être de quelques cas faciles) :

1° Pour $x = 0$,

$$M_x = -\frac{P}{24ab}(2a-u)(a-u) - \frac{Pb}{4\pi^2 v} \sum \frac{\sin \frac{n\pi v}{b} \cos \frac{n\pi y}{b}}{n^2}$$
$$\times \frac{\operatorname{sh} \frac{n\pi(2a-u)}{b} - \left(\frac{2a}{u} - 1\right) \operatorname{sh} \frac{n\pi u}{b}}{\operatorname{ch} \frac{2n\pi a}{b} - 1};$$

2° Pour $x = a$,

$$M_x = \frac{P}{24ab}(a^2 - u^2) + \frac{Pb}{4\pi^2 v} \sum \frac{\sin \frac{n\pi v}{b} \cos \frac{n\pi y}{b}}{n^2}$$
$$\times \frac{\left(\frac{a}{u} - 1\right) \operatorname{sh} \frac{n\pi(a+u)}{b} - \left(\frac{a}{u} + 1\right) \operatorname{sh} \frac{n\pi(a-u)}{b}}{\operatorname{ch} \frac{2n\pi a}{b} - 1};$$

3° Pour $x = u$, on remplacera u par $2u$ dans la première de ces deux formules;

4° Pour $x = \frac{a}{2}$, on remplacera a par $\frac{a}{2}$ dans la deuxième de ces formules et l'on divisera tout le second membre par 2.

Remarque importante. — Le moment d'encastrement total du côté $x = 0$ du quart de panneau est

$$\int_0^a M_x \, dy = -\frac{P}{24a}(2a - u)(a - u).$$

Cas des panneaux carrés. — Dans l'hypothèse $a = b$, $u = v$, les formules subissent des simplifications importantes. En les appliquant ensuite au cas $u = \frac{a}{4}$ on obtient les moments de fléchissement suivants :

1° Au centre du panneau ($x = y = a$), $M = \frac{P}{38}$; 2° au coin du rectangle d'appui et suivant le bord de ce rectangle, $M' = -\frac{P}{24,8}$; 3° au milieu d'un côté du panneau et suivant ce côté, $M_1 = -\frac{P}{35,5}$; 4° au même point, mais dans le sens perpendiculaire au côté du panneau, $M'_1 = \frac{P}{18,8}$.

D'autre part, il est permis de faire tendre u et v avez zéro dans toutes les formules. Celles relatives au panneau carré donnent alors, au lieu des chiffres ci-dessus :

$$M = \frac{P}{48} + \frac{P}{4\pi} \sum \frac{(-1)^{n-1}}{n \operatorname{sh} n\pi} = \frac{P}{36,3};$$
$$M_1 = -\frac{P}{12} + \frac{P}{4\pi} L2 + \frac{P}{4\pi} \sum (-1)^{n-1} \frac{\coth n\pi - 1}{n} - \frac{P}{4} \sum \frac{(-1)^{n-1}}{\operatorname{sh}^2 n\pi} = -\frac{P}{33,6};$$
$$M'_1 = -M_1 + \frac{P}{24} - \frac{P}{2\pi} \sum \frac{1}{n \operatorname{sh} n\pi} = \frac{P}{17,5};$$

et $M' = -\infty$, ce qui n'est pas surprenant vu l'hypothèse $u = v = 0$, qui est irréalisable, mais donne une approximation suffisante pour l'étude des régions éloignées des surfaces d'appui, lorsque celles-ci sont de faibles dimensions.

AVIATION. — *Le vol plané sans force motrice.*
Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Brillouin.

Des Notes récentes de MM. Charles Nordmann [1] et Vasilesco Karpen [2] me donnent l'occasion de rappeler que, en 1908 dans une Note [3] aux *Comptes rendus* et en 1909 dans un article [4] plus détaillé publié dans la *Revue des Idées*, j'ai indiqué comment, dans l'utilisation des variations géométriques du vent pour le planement, l'orientation des surfaces portantes devait être liée aux vitesses de l'appareil planeur et du vent relatif.

Dans cette façon d'envisager le problème, le signe algébrique de l'angle d'attaque ne joue aucun rôle essentiel ; il peut être positif ou négatif ; il est surtout déterminé, dans certaines phases du vol, par la condition de rendre positif le travail mécanique résultant de la réaction de l'air.

Voici résumé en quelques mots le principe de la théorie. Si l'on prend comme système de comparaison, un système entraîné avec la vitesse horizontale *moyenne* du vent, si, z désigne l'altitude de l'appareil volant sans moteur (oiseau ou aéroplane), v sa vitesse géométrique, v_a la vitesse géométrique du vent à un instant et dans une position déterminée quelconques de l'appareil (v_a est donc la *variation* géométrique de la vitesse absolue du vent), v_r la vitesse relative du vent par rapport à l'appareil et indépendamment de son orientation, on pourra *augmenter* l'énergie totale de l'appareil, c'est-à-dire la quantité $\frac{v^2}{2} + gz$ en orientant le plan portant de manière à laisser d'un même côté les trois secteurs, v, v_a, v_r ; ce qui est possible puisque $(v_a) = (v) + (v_r)$. Cette conclusion résulte immédiatement du théorème des forces vives, en remarquant que, dans ce cas, le travail de la réaction de l'air est positif. La très large condition ainsi obtenue n'implique aucun signe déterminé vis-à-vis de l'angle d'attaque.

Par le simple jeu de l'orientation du plan portant, l'appareil peut ainsi augmenter son énergie totale, laquelle, à d'autres phases du vol, et parfois pendant la même phase, peut être transformée soit en altitude au détriment de la vitesse avec perte d'énergie généralement (perte certaine dans le cas d'un vent horizontal régulier, ou calme, ce qui est équivalent); soit en vitesse

---

(1) *Comptes rendus*, 20 août et 12 novembre 1923.
(2) *Comptes rendus*, 15 octobre 1923.
(3) *Comptes rendus*, 14 septembre 1908.
(4) *Revue des Idées*, 15 janvier 1909.

au détriment de l'altitude, ce qui est possible sans perte d'énergie, le plus souvent même avec récupération d'énergie si le vent est irrégulier. Il est fait abstraction, bien entendu, du frottement très faible de l'air sur l'ensemble de l'appareil.

Il est impossible, dans le vol plané, de séparer la propulsion de la sustentation, de traiter le problème sous une forme en quelque sorte statique, en faisant de la sustentation une nécessité d'équilibre de tous les instants. Le terme « vol à la voile » emprunté à la navigation n'a pas grand sens car, dans ce dernier cas, deux fluides interviennent avec des réactions distinctes.

Le problème du vol plané est donc un problème assez complexe de dynamique qui se présente sous deux formes distinctes, pouvant du reste coexister dans une même phase de vol, à savoir : d'une part récupération et même accumulation d'énergie totale (cinétique et potentielle) aux dépens des irrégularités du vent; d'autre part, transformation volontaire ou occasionnelle de l'énergie potentielle d'altitude en énergie cinétique (généralement sans perte), ou inversement (montée, mais généralement avec perte d'énergie).

Il est vrai que, au-dessous d'une certaine vitesse (par rapport au vent horizontal moyen), le mouvement comporte une phase de descente plus ou moins immédiate, mais la vitesse augmentant (sans perte ou même avec récupération d'énergie dans un vent irrégulier) une phase de montée redevient ultérieurement possible.

Le vol plané pourra se composer en définitive de phases de montée et de descente (qui pourront être du reste imperceptibles) sans que le cas d'une altitude rigoureusement constante soit nécessairement exclu; l'énergie dépensée quand il y a dépense (dans les montées) étant empruntée à l'énergie totale, laquelle se trouve régénérée à volonté par le jeu de l'orientation des surfaces portantes dans un vent irrégulier. L'hypothèse d'un vent ascendant rentre dans les cas examinés.

Le vol plané ainsi conçu change de caractère, au point de vue mécanique, pour ainsi dire continuellement. L'utilisation des variations du vent peut se faire de bien des manières; on peut négliger certaines d'entre elles, par exemple lorsque, tout en permettant la récupération d'énergie, elles sont trop nuisibles à l'altitude ou comportent des réactions qui devraient s'exercer par la face supérieure des ailes. De même l'utilisation d'une variation comporte des indéterminées; on peut, suivant les besoins ou les intentions du moment, l'utiliser soit en vue de la vitesse, soit en vue de l'élévation.

Il est probable qu'un long atavisme permet aux oiseaux d'utiliser d'une manière inconsciente ces caractères divers. Leurs ailes sont, par rapport à l'air, des organes de tact qui « sentent et touchent » le vent et provoquent la mise en mouvement des réflexes appropriés pour l'utilisation rationnelle de ses variations.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'entraînement du gaz dans la rotation électromagnétique de la décharge électrique.* Note de M. **C.-E. Guye**, présentée par M. Villard.

Reprenant des considérations développées antérieurement [1] j'ai calculé les vitesses d'entraînement du gaz sous l'influence de la rotation de la décharge.

Dans le cas où les chocs des électrons et des ions contre les molécules du gaz ne seraient ni les uns ni les autres producteurs de nouveaux ions et où la quantité de mouvement qui leur est fournie par le champ magnétique se communiquerait entièrement à la masse gazeuse pour lui donner une vitesse d'ensemble v_0, on aurait

$$v_0 = \frac{N}{M - N} \frac{\varepsilon H}{2\pi\sigma^2 M m}, \tag{1}$$

N nombre d'ions positifs contenus dans l'unité de volume de la décharge; ε charge de l'ion supposée égale à celle de l'électron; H champ magnétique produisant la rotation; M nombre total de molécules, ionisées ou non, dans l'unité de volume; σ et m rayon et masse de la molécule ou de l'ion positif.

Mais c'est là apparemment une limite supérieure de la vitesse d'entraînement, car la décharge, pour se maintenir, nécessite sans cesse la production de nouveaux ions, en quantité plus ou moins grande suivant les conditions de l'expérience, et cette production d'ions absorbe nécessairement une partie de l'énergie.

D'autre part il arrive fréquemment que les chocs des électrons, dont les libres parcours sont approximativement quatre fois plus grands que ceux des ions positifs, sont pratiquement seuls producteurs de nouveaux ions. Si l'on admet que cette production absorbe la plus grande partie de leur énergie cinétique, l'entraînement de la masse du gaz est due alors pratiquement aux seuls chocs des ions positifs contre les molécules.

---

(1) C.-E. Guye, *Théorie de la rotation de la décharge électrique sous l'influence d'un champ magnétique* (*Arch.*, 1917, p. 489).

Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable qu'il semble résulter des expériences de Townsend que la force vive des électrons ne se communiquerait pas aisément aux molécules du gaz, ainsi que le veut la théorie cinétique des chocs élastiques lorsque les masses sont très inégales.

Dans ce cas, la vitesse d'entraînement devient

$$v_0 = \frac{N}{M - N} \frac{\varepsilon H}{4\pi\sigma^2 M m}. \tag{2}$$

Cette formule semble donner une interprétation satisfaisante des vitesses de rotations observées dans un précédent travail ([1]).

En effet, tant que le nombre N d'ions présents dans l'unité de volume de la décharge est petit, on a pratiquement $v_0 = 0$ et la vitesse de la décharge est celle donnée par la relation précédemment établie ([2])

$$v = \frac{\varepsilon H}{12\pi\sigma^2 M m}, \tag{3}$$

relation qui a permis de calculer les diamètres moléculaires et qui représente la *vitesse de rotation de la conductibilité*.

Mais si l'on diminue la pression au delà d'une certaine limite, cette formule, comme l'a montré l'expérience, cesse d'être valable, car l'ionisation par chocs due aux électrons puis aux ions positifs intervient énergiquement et multiplie considérablement le nombre d'ions N présents dans le gaz.

Il convient alors d'ajouter à la vitesse v de rotation de la conductibilité, la vitesse d'entraînement v_0 du gaz. La vitesse de la décharge croît alors très rapidement avec la diminution de la pression, comme on le constate d'ailleurs.

Enfin, lorsque le nombre N d'ions est voisin de M, la vitesse v_0 devient très grande, même pour un champ magnétique H presque nul. C'est le phénomène de la *rotation spontanée* que nous avons observé à plusieurs reprises dans nos expériences et qui avait été constaté antérieurement dans l'arc au mercure par M. Dufour.

En résumé, dans le cas où l'action des ions positifs est seule agissante pour communiquer au gaz un mouvement de rotation, la vitesse observée V peut être mise sous la forme

$$V = \frac{\varepsilon H}{12\pi\sigma^2 M m}\left[1 + \frac{3N}{M - N}\right], \tag{4}$$

([1]) C.-E. Guye et R. Rüdy, *Arch. des Sc. phys.*, mai-août 1923.

([2]) C.-E. Guye, *Arch.*, 1917, p. 489; *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 382.

expression qui permet de se rendre compte approximativement du nombre N d'ions contenus dans l'unité de volume de la décharge.

Nous reviendrons ailleurs avec plus de détails sur l'ensemble de la question.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Les ondes très courtes en radiotélégraphie.* Note de MM. **R. Mesny** et **P. David**, présentée par M. G. Ferrié.

On a déjà réalisé, depuis quelques années, des ondes dont la longueur est de l'ordre du mètre au moyen de tubes électroniques. M. Gutton (¹), en 1917, produisit des ondes de $1^{m},50$, Kurz et Barkhausen (²) purent obtenir l'an dernier sur fils de Lecher des oscillations correspondant à des ondes de $0^{m},50$ environ, mais la puissance recueillie a toujours été faible et les dispositifs employés ne se prêtaient pas à une utilisation pratique. Nous nous sommes proposé d'établir un ensemble susceptible de fournir une énergie rayonnée assez importante pour permettre des communications radiotélégraphiques.

Avec des ondes très courtes, il est en effet possible d'utiliser des miroirs paraboliques qui canalisent l'énergie émise en un faisceau. Comme les dimensions du miroir doivent être du même ordre que la longueur de l'onde, il y a intérêt à diminuer cette longueur autant qu'on le peut.

L'avantage que procure l'emploi d'un miroir n'est pas le seul; les antennes auxquelles on se trouve conduit sont particulièrement adaptées à une bonne utilisation de l'énergie dépensée. Ces antennes vibrent en demi-onde, de telle sorte qu'on se trouve conduit à employer un simple fil vertical de 1^{m} de hauteur pour rayonner une onde de 2^{m}; la résistance de rayonnement est alors de 80^{ω}, alors que la résistance ohmique n'atteint pas 1^{ω}; toute la puissance dépensée dans l'antenne est donc utilisée pour produire le rayonnement, contrairement à ce qui se produit avec les ondes habituelles.

Pour atteindre notre but, nous avons remplacé le montage ordinaire à une seule triode par un montage à deux triodes symétriques qui offre l'avantage de délimiter très nettement les parties du système parcourues par les oscillations de haute fréquence et qui rend ainsi la génération des ondes très courtes aussi simple que celle des ondes habituelles de plusieurs centaines de mètres.

(¹) Gutton, *La lampe à trois électrodes* (*Conférences*, *Rapports*, p. 88).

(²) Barkhausen et Kurz, *Physikalische Zeitschrift*, janvier 1920.

Le modèle de triode fut celui des tubes de réception de la Radiotélégraphie militaire convenablement modifiés. Il y a lieu de remarquer en effet que lorsqu'on atteint les fréquences de l'ordre de 10^8, le temps nécessaire aux électrons pour aller du filament à la plaque est de l'ordre de 10^{-8} à 10^{-9} et le fonctionnement des tubes se trouve ainsi limité par leur agencement intérieur.

Dans ces conditions, nous avons pu atteindre l'onde de $1^m,20$ et obtenir un excellent fonctionnement sur l'onde de $1^m,60$. Sur cette dernière nous avons pu mettre un courant de $\frac{6}{10}$ d'ampère dans une antenne vibrant en demi-onde, ce qui correspond à une puissance rayonnée de 29 watts.

Nous avons également adapté la téléphonie à l'émetteur ainsi constitué; la modulation est excellente. Des essais de communication viennent de commencer dans les environs de Paris; ceux déjà réalisés avaient seulement pour but de vérifier le fonctionnement des dispositifs établis. Avec une intensité de 80 milliampères à l'émission et sans employer de miroir à l'émission, ni à la réception, nous avons réalisé des communications téléphoniques à une distance de 2^{km}. L'émetteur et le récepteur ayant été transportés dans un bois, la communication fut encore possible à 500^m. L'absorption se montre ainsi bien inférieure à ce que l'on aurait pu craindre *a priori*.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Résistance à la rupture, compression latérale et équilibre des couches monomoléculaires de divers corps étendus sur l'eau.* Note de M. **Paul Woog**, présentée par M. Marcel Brillouin.

Nous avons précédemment montré l'influence importante qu'il convenait d'attribuer au coincement des molécules d'un lubrifiant dans le phénomène de l'onctuosité. Nous développerons ultérieurement ce point, mais allons indiquer quelques expériences très simples, extraites de nouvelles études, qui permettent l'observation de ce coincement (réduit par les molécules liquides) sur des lames minces monomoléculaires, comparables à celles que l'on rencontre dans certaines formes du graissage. Ces expériences montrent aussi la compression variable qui peut exister dans de telles couches — solides ou liquides — à partir du moment où les molécules sont en contact permanent.

Nous utilisons les propriétés d'extension sur l'eau de certains liquides que nous déposons en gouttes sur la surface en essai, et nous sommes amenés à considérer l'étalement de la goutte non comme provoqué par l'excès de la

tension superficielle de l'eau qui tirerait la goutte, mais par l'attraction par l'eau des groupes actifs surmontant les forces de cohésion (Tomlinson, Harkins et Feldman); l'extension est limitée par les molécules de la couche mince formant barrage et équilibrant la poussée de la goutte.

Notons que ces phénomènes ont été entrevus ou partiellement signalés par Rayleigh, Röntgen, Labrouste, et plus récemment par A. Marcelin (pression de saturation).

Une surface de tristéarine est formée par évaporation d'une solution benzénique sur une nappe d'eau de $0^m,48$ de diamètre. En déposant sur cette surface une goutte d'huile minérale non saturée (type Spindle), on voit aussitôt la pellicule se rompre, des fentes à bords rectilignes partir de la goutte, et cheminer plus ou moins régulièrement sur la surface. Ces fentes sont remplies d'huile provenant de la goutte initiale, écoulée en couche assez épaisse pour réfléchir de vives irisations. Si après l'action de la première goutte, on dépose sur les îlots solides une seconde, puis d'autres gouttes de la même huile, la rupture de la membrane est plus longue à se produire.

Finalement de nouvelles gouttes ne font que s'aplatir sans fendre la surface. En substituant l'acide oléique à l'huile minérale, les effets, observables seulement après talcage, sont plus violents en raison de la forte activité de ce liquide : la membrane semble éclater, et des fentes rectilignes se propagent brusquement dans différentes directions. De même, une goutte d'acide oléique placée sur une surface de tristéarine déjà rompue par l'huile minérale, détermine une compression nouvelle assez forte pour déplacer d'un bloc les îlots solides, les rapprocher et refermer ainsi les premières fentes.

Sur une couche d'acide stéarique formée dans les mêmes conditions que celle de tristéarine, une goutte d'huïle minérale non saturée ne fait, en général, que s'aplatir, mais une goutte d'acide oléique détermine une ouverture circulaire ou polygonale différant totalement des fentes obtenues sur la tristéarine. Si l'on acidifie la nappe d'eau support de la pellicule, l'ouverture est absolument circulaire; elle est anguleuse sur milieu alcalinisé.

La différence de forme des ouvertures produites dans les pellicules précédentes montre que les molécules de glycéride se coincent plus facilement que celles trois fois plus petites d'acide pour résister à la poussée de la goutte active : ce coincement variable détermine aussi, toutes choses égales, la formation de surfaces plus serrées pour les acides que pour les glycérides.

Si l'on dépose sur une de ces pellicules solides une goutte d'huile miné-

rale tenant en dissolution 1 pour 100 d'acide stéarique, celle-ci s'aplatit, puis, sans se déplacer beaucoup, s'anime de vifs mouvements de contraction et d'extension, dus à l'expulsion de l'acide stéarique attiré par l'eau. Les molécules d'acide ainsi éliminées viennent buter contre le barrage superficiel et se coincer; mais les molécules de glycéride de la lame mince se coinçant plus facilement que celles d'acide, on constate que la goutte s'agite plus longtemps sur une surface d'acide.

L'acide oléique, remplaçant dans la goutte l'acide stéarique, conduit à des phénomènes d'extension, mais non à des pulsations.

Avec les pellicules liquides, on constate aussi une compression variable, mais la mobilité de la couche apporte une influence nouvelle. Il faut tenir compte de causes d'erreur, telles que l'action des parois mouillées des récipients, ou la présence, sur la couche, de fins globules, ces derniers déterminant par leur faible angle de raccordement et leur pression superficielle élevée, un serrage de la pellicule plus fort que celui des grosses gouttes. Notons aussi que ces pellicules sont très sensibles à l'alcalinité du support, même réduite à $P_H = 7,3$, laquelle modifie la tension superficielle, et provoque aussi une dissolution partielle de la pellicule. Ceci est montré, entre autres, en déposant des gouttes d'acide oléique sur une eau faiblement alcaline contenue dans des cristallisoirs de diamètre grandissant : l'aplatissement des gouttes croît avec la surface dont l'augmentation correspond à une diminution de densité, par dissolution, du barrage superficiel.

Sur une surface d'acide oléique équilibrant une goutte plate de ce corps, il suffit de piquer un certain nombre de fois la lame mince avec une aiguille graissée d'acide oléique pour voir la goutte plate s'arrondir en calotte, la pellicule ayant été serrée par les gouttelettes abandonnées par l'aiguille. De même, une goutte d'huile de lard, de colza, de lin, s'étale, refoule la lame mince et force la goutte plate d'acide oléique à s'arrondir en calotte. Une goutte de solution à 1 pour 100 d'acide stéarique dans l'huile minérale non saturée rejette des plages solides d'acide stéarique dont les molécules coincées repoussent les molécules liquides.

Enfin le degré de saturation d'une molécule ne semble pas avoir d'action notable à côté du rôle prépondérant du caractère solide. C'est ainsi que l'acide élaïdique dissous dans l'huile minérale au lieu de l'acide stéarique dégage, dans les mêmes essais que ci-dessus, des îlots solides refoulant la pellicule liquide.

Ces faits expliquent aussi le mécanisme de la formation des figures de cohésion.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la polarisation sur les effets photovoltaïques. Mécanisme du phénomène.* Note de M. **René Audubert**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans une Note [1] précédente j'ai exposé un ensemble de résultats relatifs à l'action de la lumière sur les électrodes; l'influence de la polarisation accidentelle m'a conduit à étudier systématiquement l'importance de ce facteur, en créant entre la lame étudiée et l'électrolyte des différences de potentiel de sens et d'intensité variables.

A cette fin, j'ai utilisé un dispositif permettant de faire varier la tension entre le métal et le liquide tout en maintenant au même potentiel les deux électrodes de la cellule, ce qui est indispensable si l'on veut étudier l'influence de polarisations notables.

Deux potentiomètres alimentés par des sources différentes permettent d'établir entre chaque électrode de la pile photovoltaïque et deux électrodes auxiliaires plongées dans l'électrolyte des différences de potentiel de sens et d'intensité variables; en déplaçant l'un des curseurs il est possible de maintenir au même potentiel les électrodes de la cellule quel que soit l'état de polarisation de la lame éclairée.

Les résultats obtenus dans ces conditions sont les suivants :

Pour les métaux fonctionnant comme anode sous l'action de la lumière (platine, cuivre et mercure) une polarisation positive de l'électrode éclairée diminue l'intensité de l'effet photovoltaïque, tandis qu'une polarisation négative l'accroît.

Pour les métaux fonctionnant comme cathode sous l'action de la lumière (or et argent), une polarisation positive augmente l'effet, tandis qu'une polarisation négative le diminue.

Dans tous les cas, l'effet de la polarisation augmente avec cette dernière.

Pour une intensité suffisante de la polarisation, l'inversion de celle-ci change le sens de la force électromotrice créée par la lumière : quels que soient l'électrolyte et le métal, la lame éclairée fonctionne toujours comme cathode quand elle est polarisée positivement et toujours comme anode quand elle est polarisée négativement. Il existe donc, pour chaque métal, un potentiel critique de l'électrode pour lequel l'effet photovoltaïque

---

[1] René Audubert, *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 818.

est nul; ce potentiel critique est positif pour le platine, le cuivre et le mercure, négatif pour l'or et l'argent. L'instabilité du phénomène, particulièrement gênante quand la tension entre l'électrode principale et l'électrode auxiliaire devient voisine de la tension de décomposition de l'électrolyte, rend les déterminations difficiles. Il est cependant possible de vérifier que la courbe représentant la variation du courant photovoltaïque en fonction de la polarisation de la lame éclairée rappelle, par sa forme, la caractéristique d'une lampe à trois électrodes, à cette différence près qu'elle possède une portion au-dessous de l'axe des tensions; l'abscisse du point d'ordonnée nulle représente la valeur de la tension critique.

Les faits précédents permettent de concevoir le mécanisme suivant lequel la lumière doit agir sur les électrodes de métaux purs. L'influence particulièrement nette de la polarisation conduit à penser que c'est par processus photo-électrique que ces forces électromotrices photovoltaïques apparaissent. Supposons, en effet, que la lumière en frappant le métal détache un électron de la partie superficielle du réseau cristallin; si la différence de potentiel entre le liquide et l'électrode est telle que cette dernière soit positive, le champ correspondant s'oppose au départ du corpuscule et ce dernier ne peut quitter l'électrode que si son énergie cinétique $\frac{1}{2}mv^2$ est supérieure à Ve, V étant la différence de potentiel et e la charge élémentaire. La différence de potentiel critique pour laquelle l'effet photovoltaïque est nul est donnée par $\frac{1}{2}mv^2 = Ve$; pour des valeurs supérieures à cette dernière, c'est l'ion correspondant du réseau qui, sous l'action des forces électrostatiques et de la tension de dissolution, abandonne la surface du métal. Dans le cas d'une électrode polarisée négativement, la différence de potentiel est, au contraire, favorable au départ de l'électron.

Comme l'expérience le montre, pour des tensions de polarisation élevées, une inversion doit entraîner un changement de sens de l'effet.

Si l'on admet cette interprétation des faits, il est facile de se représenter le mécanisme de formation du courant sous l'action de la lumière : les électrons libérés, immédiatement captés par les cations de la couche de passage déchargent ces derniers; cette perte en cations dans le voisinage immédiat de l'électrode est compensée par la diffusion grâce à laquelle un régime permanent est rapidement atteint. De même, dans le cas d'une émission d'ions par le métal, un équilibre dynamique s'établit par suite des différences de concentrations ioniques.

En définitive, si l'on veut exprimer ces phénomènes dans le langage de la théorie de Nernst, on peut dire que la lumière agit sur les électrodes en modifiant la tension de dissolution des métaux, avec une intensité et un sens liés à l'état de polarisation de la lame.

HYDROLOGIE. — *Radioactivité des eaux minérales d'Algérie.* Note de MM. **I. Pouget** et **D. Chouchak**, présentée par M. Charles Moureu.

Les eaux minérales d'Algérie n'avaient pas, jusqu'ici, été étudiées au point de vue de leur radioactivité : nous nous sommes proposé de combler cette lacune. Actuellement, nous avons examiné presque toutes les eaux minérales des départements d'Alger et d'Oran. Bien que certaines sources minérales ne soient que faiblement radioactives, il nous a paru nécessaire, pour éviter à d'autres chercheurs des déplacements peu fructueux en résultats, d'énumérer toutes celles que nous avons examinées.

I. *Eaux sulfatées calciques et sodiques.* — Hammam Rhira (Alger). On utilise dans cette station neuf sources dont les températures sont comprises entre 41° et 66° : la source n° 8 (41°,3) a une radioactivité de 1,11 millimicrocurie par litre; la source n° 8 *bis* (46°,3) a une radioactivité de 1,06 et la source n° 9 (48°,2) de 1,62. La radioactivité des autres sources est beaucoup plus faible, elle varie de 0,06 à 0,67 millimicrocurie.

II. *Eaux sulfatées chlorurées sodiques.* — Les eaux d'Hammam Melouane (Alger) ne sont pas radioactives (0,02 m. m. c.); celles d'Hammam Ouled Khaled (près Saïda, Oran) le sont peu (0,8).

III. *Eaux chlorurées sodiques.* — Beaucoup de sources appartiennent à ce groupe. Une seule est fortement radioactive : c'est celle des Bains de la Reine, près d'Oran, qui a 13,1 millimicrocuries et une température de 50°. Une partie de l'eau est refroidie dans des bassins ouverts, l'eau chaude est elle-même envoyée dans un bassin d'où elle coule par gravitation dans les baignoires. La majeure partie de l'émanation se perd dans ces opérations : le mélange d'eau chaude et froide, dans les baignoires, à 38°, n'a plus que 3,4 m. m. c. L'air des cabines de bains a une radioactivité de 0,05 m. m. c. par litre. La radioactivité est due à l'émanation du radium.

Les autres sources que nous avons examinées sont celles : de Beni Hindel (Alger), quatre sources, de 0,20 à 0,33; de Pta Melah Had (Alger), 0,05; de Sidi Yahia (Constantine), 0,94; de Hammam Lillal (Constantine), deux sources à 0,16 et 0,20; Acif el Hammam (Constantine), 0,25; Aïn

Madagre (Oran), 0,92; Hammam Razelli (Alger), 0,1; Hammam Sidi Cheik ou H. Chigel (Oran), 0,8; Hammam Sidi bel Kheir (Oran), 1,55; Hammam Sidi Abdallah (Oran), 0,05; Aïn Merdja (Oran), 0,48; Saint Roch (Oran), 0,18; source du Vieux Ténès (Alger), 0,0; Aïn Melah (Pointe Rouge, Alger), 0,65.

IV. *Eaux sulfureuses.* — Elles sont peu radioactives; Tafrente ou Aïn Sidi Ahmed (Alger), 0,0; Aïn el Hammam (Berrouhgaia, Alger), trois sources à 0,06; 0,21; 0,25; Aïn el Mekeberta (Renault, Alger), 0,1; Noisy les Bains (Oran), 0,12; Aïn Keberta (Oran), 0,21.

V. *Eaux bicarbonatées.* — Les eaux bicarbonatées chaudes de Hammam Bou Hadjar et de Bou Hanifia, dans le département d'Oran, sont particulièrement intéressantes, par leur radioactivité et leur débit considérable.

A Hammam Bou Hadjar trois sources sur treize, dont le débit est important, sont radioactives; ce sont : la Source Louise n° 2 qui a 44°,1 et une radioactivité de 22,8 millimicrocuries; la source Adèle, n° 3, a 39° et 11,85 m. m. c.; la source n° 10 a 25° et 2,8 m. m. c. Pour les autres sources la radioactivité varie de 0 à 0,8. La radioactivité est due à l'émanation du radium.

A Bou Hanifia, sur huit sources, quatre sont notablement radioactives : l'eau des bains, prise au griffon ou au robinet des bains (elle y est amenée par une conduite fermée) a une radioactivité de 3 m. m. c. et une température de 66°,3; après refroidissement dans des bassins ouverts, elle n'est plus radioactive. La source dite turque des femmes a une température de 51°,9 et une radioactivité de 14,1 m. m. c., tandis que la source turque des hommes n'est pas radioactive. La source du Pont (en aval), dite eau de la source et utilisée en boisson, a une température de 52° et une radioactivité de 27,0 m. m. c. La source du Pont (en amont), dite de l'abattoir, a une température de 43° et une radioactivité de 25,6 m. m. c. La source de la Rivière, au-dessous de l'Hôtel de Vichy, a 56°,5 de température et 8,3 m. m. c.; celle de l'Hôtel de Vichy a 55° et 1,3 m. m. c.; celle du Palmier a 66°,5 et 0,14 m. m. c. La radioactivité est due à l'émanation du radium; on trouve, en outre, dans les sources du Pont et du Palmier, les produits de la décomposition de l'émanation du thorium.

La source de la Grotte aux Pigeons, à 7^{km} de Bou Hanifia, est faiblement radioactive : 0,04 m. m. c.; sa température est de 46° environ.

Les sources bicarbonatées froides de Ben Haroun (Palestro, Alger), d'Amerouchen (El Kseur, Constantine), de Tha Tahammam (Maillot, Alger), ne sont pas sensiblement radioactives.

Les eaux thermales simples de Hammam Bou Ghrara (Oran) sont très faiblement radioactives : trois sources de 0,3 à 0,6 m. m. c.

En dehors des sources minérales proprement dites que nous venons d'énumérer, nous avons aussi examiné des sources ordinaires émergeant de formations géologiques diverses (on a fait en tout 172 déterminations) :

Dans les terrains azoïques on rencontre assez souvent des eaux radioactives; les maximums de radioactivité se trouvent au voisinage de filons de roches éruptives (granulite, pegmatite, liparite).

Dans les terrains de formation plus récente, la radioactivité ne devient appréciable ou forte que pour les eaux qui viennent à la surface par des failles ou des fractures, ou au voisinage de roches éruptives (ophite, andésite, labradorite, ryolite).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dispositif d'électrolyse par potentiels gradués.* Note [1] de M. A. **Lassieur**, présentée par M. A. Haller.

En électrolyse chaque métal se dépose à la cathode, quand il existe entre l'électrode et le liquide qui la baigne une différence de potentiel déterminée, dite tension électrique à la cathode. Cette tension n'est pas absolument fixe et dépend dans une certaine mesure de la concentration ionique de l'élément considéré. On conçoit qu'en faisant convenablement varier cette tension, on puisse déposer d'abord un métal, puis un second et même plusieurs autres. Dans quelques cas assez rares l'opération peut être conduite en observant et en réglant la différence de potentiel entre l'anode et la cathode, mais le plus souvent par suite des faibles différences que présentent les tensions électriques des divers métaux, il est nécessaire de dissocier les phénomènes ayant lieu à la cathode de ceux qui se produisent à l'anode et il devient indispensable de contrôler la différence de potentiel cathode-électrolyte.

Pratiquement, on forme une pile constituée par la cathode, l'électrolyte et une électrode auxiliaire convenable. La différence de potentiel aux bornes de cette pile porte le nom de *potentiel auxiliaire*. Ce sont ses variations qu'on suit pour effectuer des séparations quantitatives. Cette méthode d'analyse dite par potentiels gradués est connue depuis longtemps et a fait l'objet de nombreux travaux dus spécialement à Sand [2] et à A. Fischer [3]. L'élec-

---

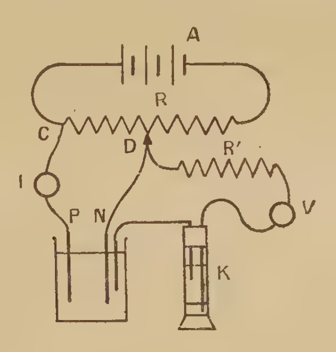
(1) Séance du 19 novembre 1923.

(2) *J. of. Chem. Soc.*, 1907, Trans. 1, p. 385, et 1908, Trans. 2, p. 1572.

(3) *Electroanalytische Schnellmethoden*, Stuttgart, 1908.

trode auxiliaire employée est l'électrode au calomel N et la mesure de la force électromotrice est faite par la méthode de Poggendorf au moyen d'un potentiomètre. Si intéressants que soient les résultats obtenus par les différents auteurs qui ont étudié la question, l'emploi de cette méthode ne s'est pas répandu par suite de la complication de l'appareillage nécessaire. Ayant repris l'étude de ces séparations, dont l'intérêt peut être considérable, je me suis attaché à simplifier les opérations de façon à les rendre praticables dans n'importe quel laboratoire. J'ai renoncé à la mesure potentiométrique et l'ai remplacée par l'observation directe de la différence de potentiel aux bornes de la pile à l'aide d'un voltmètre sensible.

Le dispositif est représenté par la figure ci-dessous : la batterie d'électrolyse A débite sur un rhéostat R. Le courant d'électrolyse est pris sur ce rhéostat en CD, l'ampèremètre I indique sa valeur. Le circuit de mesure électrométrique est formé par la cathode, la résistance R′ (25000 ohms) le millivoltmètre V, l'électrode auxiliaire K et l'électrolyte. Le potentiel auxiliaire est ici la différence de potentiel aux bornes d'une pile qui n'est plus en circuit ouvert, mais qui débite; sa valeur est donc changée, ce qui n'a d'ailleurs aucune importance pour les opérations analytiques. J'ai renoncé à l'emploi de l'électrode au calomel avec laquelle il y a toujours à craindre diffusion



de sel mercureux dans l'électrolyte, et j'emploie une électrode, mercure-solution de chlorure de potassium ou de nitrate de potassium suivant le cas. Pour ce genre de travail, il est nécessaire d'agiter l'électrolyte. J'emploie l'appareil Kling et Lassieur avec deux électrodes concentriques de forme cylindrique, en toile de platine, l'anode étant rotative.

Pour que les valeurs du potentiel auxiliaire que je donnerai par la suite aient une signification, il convient de ne pas modifier très sensiblement les dimensions des électrodes qui seront indiquées en temps utile. Quant à la résistance du circuit de mesure électrométrique, elle peut varier de quelques centaines d'ohms, ce qui permet d'employer des galvanomètres différents,

la résistance de 25000 ohms jouant le rôle de volant rendant négligeables des variations assez importantes de la résistance du voltmètre.

Pour effectuer les dépôts on procédera ainsi : l'agitateur étant mis en marche on ferme le circuit d'électrolyse, en employant un courant à bas voltage, résultat obtenu en poussant le curseur D au voisinage de C. Le millivoltmètre dévie. On éloigne le curseur D de l'extrémité C du rhéostat, jusqu'au moment où a lieu le dépôt du métal à déterminer. A ce moment, le millivoltmètre indique le potentiel auxiliaire convenable, pour le dosage que l'on effectue. On s'efforce désormais de ne pas laisser monter le potentiel auxiliaire et on le maintient fixe en réduisant suivant les besoins, le courant d'électrolyse par manœuvre du curseur D. Pour déposer $0^g,5$ d'un métal, on débute généralement avec un courant de 2 à 3 ampères qui, au bout de 5 à 6 minutes, doit être réduit considérablement, on finit le plus souvent avec 0,1 ampère, au bout d'une vingtaine de minutes.

Après un premier dépôt il est loisible d'en effectuer d'autres à des potentiels auxiliaires plus élevés et déterminés par l'expérience. En vue d'une plus grande simplification, j'ai essayé de remplacer l'électrode auxiliaire à liquide par un fil de platine, les résultats furent mauvais.

J'ai employé l'appareil dont je viens d'indiquer brièvement le principe à toute une série de travaux. J'ai pu notamment réaliser une séparation du bismuth d'avec le cuivre, problème qui jusqu'ici n'avait pas reçu de solution générale satisfaisante par voie purement électrolytique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle réaction génératrice du strontium.* Note de M. Camille Matignon.

J'ai indiqué comme nouvelle méthode de préparation du baryum la décomposition de la baryte par le silicium effectuée dans le vide aux environs de 1200° [1]. Dans ces conditions, le baryum distille assez rapidement et peut être ainsi préparé facilement à l'aide d'une réaction fortement endothermique.

Le même élément silicium ne pourrait-il pas effectuer une substitution semblable dans la strontiane malgré l'excès de $13^{Cal},6$ présenté par la chaleur de formation de cette base vis-à-vis la chaleur de formation de la baryte. En réalité, MM. Guntz et Benoit [2], dans un travail récent paru depuis le début de ces recherches, ont réduit cette différence à $7^{Cal},8$, quantité qui

---

(1) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1157.

(2) *Annales de Chimie*, 1923, p. 5.

n'est cependant pas négligeable, eu égard à la forte endothermicité de la réaction génératrice du baryum.

J'ai calculé le rapport des pressions d'équilibre du baryum et du strontium dans les deux systèmes semblables :

$$\frac{3}{2}\,BaO + \frac{1}{2}\,Si \rightleftharpoons \frac{1}{2}\,SiO^2\,BaO + Ba_{vap} - Q_1,$$

$$\frac{3}{2}\,SrO + \frac{1}{2}\,Si \rightleftharpoons \frac{1}{2}\,SiO^2\,SrO + Sr_{vap} - Q_2.$$

En admettant même chaleur de vaporisation pour le baryum et le strontium, même chaleur de formation des silicates de baryum et de strontium à partir des anhydres basiques et acide, la formule

$$\log\frac{p_1}{p_2} = \frac{Q_2 - Q_1}{4{,}57\,T} = \frac{7800}{4{,}57\,T}$$

permet de calculer ce rapport. J'ai trouvé qu'aux environs de 1200°, la pression d'équilibre pour la vapeur de strontium serait environ 14 fois plus petite que celle du baryum.

On peut calculer également qu'une élévation de température de l'ordre de 175° ramènerait la pression d'équilibre du strontium à être égale à celle du baryum vers 1200°.

Ces raisonnements rendaient probable l'isolement du strontium à l'aide du silicium.

Les essais ont été effectués avec de la strontiane commerciale et de la strontiane préparée par calcination du nitrate pur dans un vase en porcelaine, c'est-à-dire avec un produit ne comportant comme impuretés que la silice et l'alumine.

Le silicium utilisé est un silicium commercial préparé au four électrique et contenant 3 pour 100 de fer et 0,6 pour 100 de silice. On le pulvérise finement et le mélange avec la strontiane dans la proportion de 20 parties de strontiane pour 2,5 parties de silicium. Ce mélange est comprimé en petites pastilles.

L'opération est conduite dans un tube en fer chauffé dans le vide de telle sorte que les vapeurs de strontium dégagées dans la partie la plus chaude viennent se condenser dans les régions à température moins élevée,

L'expérience montre que la réaction est possible, mais qu'elle est beaucoup plus lente qu'avec le baryum, comme le laissaient prévoir les calculs précédents.

Par exemple, en opérant dans un petit tube en fer de 17^{mm} de diamètre

contenant 12^g du mélange réactionnel, on obtient, après 3 heures de chauffe à 1250°, $2^g,1$ de métal, soit seulement $0^g,7$ par heure.

Le traitement de la strontiane purifiée fournit un métal pur, car le silicium fondu au four électrique ne contient pas d'impuretés volatiles et la silice et l'alumine qui peuvent souiller la strontiane n'interviennent pas dans la réaction.

On peut remplacer dans cette opération le silicium commercial par un ferrosilicium riche, la présence d'un peu de siliciure de fer ne pouvant gêner la réaction. On utilise ainsi une matière première moins coûteuse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de certaines cétones en présence du noir de platine pur ou impur.* Note de M. **Faillebin**, présentée par M. A. Haller.

J'ai montré précédemment [1], que lors de l'hydrogénation des aldéhydes et des cétones en présence de noir de platine, les rendements en alcools correspondants sont améliorés par l'emploi de platine contenant du fer. Au contraire, en présence du noir de platine pur, le stade alcool est souvent dépassé avec formation du carbure correspondant.

Ce phénomène est, en particulier, d'une extrême netteté avec l'acétylacétate d'éthyle. Si l'on hydrogène cette cétone soit seule, soit en solution dans l'éther ou l'hexane normal, avec du platine pur, on obtient presque exclusivement du butyrate d'éthyle, alors que l'emploi du platine contenant du fer conduit seulement à un alcool secondaire, le β-oxybutyrate d'éthyle.

On détermine la composition du mélange résultant de l'hydrogénation en le fractionnant; en outre, la quantité d'hydrogène fixé fournit une indication. Le butyrate d'éthyle qui passe en tête est recueilli dans un mélange réfrigérant, vient ensuite l'acétylacétate d'éthyle qui distille sous sa forme énolique à 47° sous 12^{mm}. Il reste enfin l'oxybutyrate d'éthyle volatil à 76° sous cette pression. Voici le résultat d'une expérience sans solvant: après fixation de $8^l,5$ d'hydrogène en présence de platine pur, sur 29^g d'acétylacétate, on recueille par essorage 22^g de produit dont 15^g de butyrate d'éthyle pur. Plus de 80 pour 100 de l'hydrogène ont été employés à cette transformation. Le reste a servi à faire de l'oxybutyrate d'éthyle dont on recueille environ 4^g. Or, en présence de platine-fer dans la fixation de $4^l,7$ d'hydrogène sur 32^g d'acétylacétate d'éthyle, il ne se forme pas de butyrate d'éthyle en quantité mesurable.

La formation du butyrate d'éthyle n'a pas été précédée par celle du β-oxybutyrate d'éthyle, lequel se serait hydrogéné ensuite.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 1077.

En effet, j'ai vérifié que le β-oxybutyrate d'éthyle ne fixe pas l'hydrogène en présence d'un platine pur qui permettait l'hydrogénation de l'acétylacétate pour donner le butyrate d'éthyle. Ainsi les hydrogénations de l'acétylacétate d'éthyle, et en général (et pour la même raison) d'aldéhydes ou de cétones en présence de platine pur ou de platine-fer constituent deux opérations distinctes.

Le phénomène est du même ordre si l'on remplace dans la préparation du noir de platine le chlorure ferrique par le chlorure d'aluminium. Pour l'acétylacétate d'éthyle et pour l'aldéhyde benzoïque, on a exactement le même phénomène; pour certaines cétones telles que l'anisyl-4-butanone-2 le rendement en alcool est encore de 50 pour 100, alors qu'avec le platine pur il est sensiblement nul. J'ai enfin préparé du noir de platine en présence de silice colloïdale par addition à l'acide chloroplatinique d'une solution chlorhydrique de silicate de soude. Un tel platine donne encore à partir de l'acétylacétate d'éthyle en grosse majorité l'alcool correspondant, mais dans le cas des aldéhydes et des cétones en général l'effet est faible, le platine se comporte alors comme du platine pur.

La netteté du phénomène pour l'acétylacétate d'éthyle peut être rapprochée de l'existence des deux formes desmotropiques de cette cétone. Si l'on admettait à priorité l'influence isomérisante des impuretés renfermées dans le noir de platine employé, on pourrait penser que la forme énolique donnerait l'alcool secondaire, tandis que la forme cétonique donnerait, par arrachement de l'atome d'oxygène, le butyrate d'éthyle.

S'il en était ainsi, l'énol devrait, hydrogéné en présence de platine pur, donner l'oxybutyrate d'éthyle. J'ai préparé la forme énolique de l'acétylacétate d'éthyle suivant les indications de K. Meyer [1]. Son hydrogénation en présence de platine pur fournit le même résultat que l'hydrogénation de la forme cétonique; j'avais d'ailleurs vérifié que le platine seul n'isomérisait pas l'énol.

Pour l'acétylacétone les résultats sont pareils. Son hydrogénation en présence de platine-fer donne la cétone alcool secondaire et le glycol correspondants; au contraire, en présence de platine pur, il ne se fait à peu près que du pentane et de la méthyl-*n*-propylétone. Si l'on remarque que d'après les mesures de K. Meyer [2] il y a dans l'acétylacétone 80 pour 100 d'énol, nous sommes en droit de dire que : dans l'hy-

---

(1) *Ber.*, t. 54, 1921, p. 579.
(2) *Ann. Chemie*, 1911, p. 242, 380.

drogénation, en présence de noir de platine, les formes énoliques donnent les mêmes produits d'hydrogénation que les formes cétoniques. Cela est confirmé par le fait que l'acétylacétate d'éthyle en solution dans l'éther (27 pour 100 d'énol), dans l'hexane (42 pour 100), donne les mêmes résultats que la forme cétonique pure.

Par quel mécanisme le platine-fer donne-t-il un alcool là où le platine pur donne le carbure correspondant? Carothers et Adam ([1]) ont proposé une explication difficilement conciliable avec le fait que l'aluminium jouit ici de la même propriété que le fer au degré près; j'aurai l'occasion de revenir sur cette question. Une explication possible était que l'acétylacétate ou l'acétylacétone fournissent avec l'hydrate métallique correspondant des dérivés métalliques s'hydrogénant en alcoolates. Or les acétylacétonates de fer, d'aluminium, le dérivé cuprique de l'acétylacétate d'éthyle ne s'hydrogènent pas par le platine pur.

Pour que le produit d'hydrogénation contienne un oxhydrile, il semble nécessaire que le groupe $C = O$ ou $= C(OH) —$ soit stabilisé par l'hydrate métallique, cette stabilisation n'allant pas jusqu'à la formation du dérivé métallique puisque celui-ci une fois formé ne s'hydrogène plus. Au contraire, en présence de platine pur, l'hydrogène pénétrant dans la molécule donne des produits dépendant uniquement de la stabilité de la cétone et du potentiel de l'hydrogène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du xanthydrol sur la semicarbazide, les semicarbazides substituées, les semicarbazones et la benzoylhydrazine.* Note ([2]) de M. A. **Doucet**, présentée par M. Ch. Moureu.

En faisant réagir à froid le xanthydrol sur la semicarbazide, M. Fosse ([3]) a obtenu un dérivé monoxanthylé fondant vers 170°-171° et dont il donne seulement la formule brute $C^{14}H^{13}O^2N^3$.

Ce composé existe, en effet, mais il n'est pas le seul qui puisse se former quand on fait réagir le xanthydrol sur la semicarbazide. Nous avons trouvé qu'en présence de deux molécules de xanthydrol la molécule de semicarbazide réagit pour donner un dérivé dixanthylé de formule brute $C^{27}H^{21}O^3N^3$,

---

([1]) *J. Ann. Ch. Soc.*, 1923, p. 1071.
([2]) Séance du 19 novembre 1923.
([3]) *Bull. Soc. ch.*, t. 35, 1906, p. 1005.

fusible à 184°-185° et ayant des propriétés différentes du dérivé monoxanthylé.

Nous avons déterminé dans quelles conditions se forment ces deux corps.

En présence d'une molécule au plus de xanthydrol, la semicarbazide donne à froid un dérivé monoxanthylé.

En présence de deux molécules au moins de xanthydrol, elle donne à froid un dérivé dixanthylé.

Si la quantité de xanthydrol réagissant sur une molécule de semicarbazide est comprise entre une et deux molécules, on obtient un mélange des deux dérivés xanthylés.

On opère en milieu alcool absolu additionné d'acide acétique.

Où se fixe le xanthydrol? C'est le problème que nous avons essayé de résoudre dans la seconde partie de ce travail.

A cet effet, nous avons étudié l'action du xanthydrol sur les semicarbazides substituées, les semicarbazones et la benzoylhydrazine.

La semicarbazide $\underset{(1)}{NH^2} - \underset{(2)}{NH} - \underset{3}{CO} - \underset{4}{NH^2}$ possède une fonction hydrazine et une fonction amide. Quand la fonction hydrazine se trouve bloquée en position (1), dans les semicarbazones, par exemple, on obtient seulement un dérivé monoxanthylé.

Nous avons obtenu ainsi les monoxanthylsemicarbazones de l'aldéhyde benzoïque (f. : 227°-228°) et de l'acétone (f. : 213°-214°).

Inversement, nous avons obtenu ces mêmes corps en faisant réagir à chaud et en milieu acétoalcoolique la monoxanthylsemicarbazide sur l'aldéhyde benzoïque et sur l'acétone.

Nous en concluons que la monoxanthylsemicarbazide a pour formule

$$\underset{1}{NH^2} - \underset{2}{NH} - \underset{3}{CO} - \underset{4}{NH} - CH\left\langle\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\right\rangle O,$$

la fonction hydrazine étant restée libre et susceptible de se combiner avec les aldéhydes ou les cétones pour donner des xanthylsemicarbazones de formule générale

$$R - CH = N - NH - CO - NH - CH\left\langle\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\right\rangle O$$

et

$$\begin{matrix} R' \\ R \end{matrix}\rangle C = N - NH - CO - NH - CH\left\langle\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\right\rangle O.$$

Où se fixe la seconde molécule de xanthydrol pour donner un dérivé dixanthylé de la semicarbazide?

On doit tout d'abord écarter l'hypothèse d'une fixation sur le NH en position (4). Adriani a montré en effet (¹) que jamais plus d'un atome d'H d'un groupe NH^2 n'est substitué par le groupe xanthyle. Il ne reste donc que le groupe $NH - NH^2$ relié à CO qui puisse entrer en réaction. C'est ce qui a lieu quand on fait réagir le xanthydrol sur des corps dont la fonction hydrazine est seule libre. Nous avons obtenu ainsi avec la benzoylhydrazine

$$C^6H^5CO - NH - NH^2$$

la monoxanthylbenzoylhydrazine (f. : 178°-179°); avec la phénylsemicarbazide (4)

$$\underset{1}{NH^2} - \underset{2}{NH} - \underset{3}{CO} - \underset{4}{NH}C^6H^5$$

la monoxanthylphénylsemicarbazide (4) (f. : 210°-211°); avec la diphénylsemicarbazide (4-4')

$$\underset{1}{NH^2} - \underset{2}{NH} - \underset{3}{CO} - \underset{4}{N}\begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases}$$

la monoxanthyldiphénylsemicarbazide (4-4') (f. : 153°-154°).

Comme les semicarbazones dont l'azote en (1) est bloqué ne donnent que des dérivés monoxanthylés en position (4), le NH en position (2) ne réagit pas et la seconde molécule de xanthydrol se fixe en position (1), ce qui donne à la dixanthylsemicarbazide la formule suivante :

$$O\left\langle\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\right\rangle CH - \underset{1}{NH} - \underset{2}{NH} - \underset{3}{CO} - \underset{4}{NH} - CH\left\langle\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\right\rangle O.$$

Il semble également que lorsqu'un atome d'hydrogène du NH^2 en position (1) de la semicarbazide est substitué par le groupe phényle, le NH restant peut réagir avec le xanthydrol. Nous avons obtenu en effet avec la phénylsemicarbazide (1)

$$C^6H^5 - \underset{1}{NH} - \underset{2}{NH} - \underset{3}{CO} - \underset{4}{NH^2}$$

un dérivé monoxanthylé fusible à 160°-161° et un dérivé dixanthylé fusible à 184°-185°. De plus, avec la diphénylsemicarbazide (1-4)

$$C^6H^5 - \underset{1}{NH} - \underset{2}{NH} - \underset{3}{CO} - \underset{4}{NH} - C^6H^5,$$

nous avons obtenu un dérivé monoxanthylé fusible à 171°-172°.

(¹) *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. 35, p. 180.

Conclusions. — Le xanthydrol réagit sur la semicarbazide en se fixant d'abord sur l'azote en position (4) pour donner un dérivé monoxanthylé, puis sur l'azote en position (1) pour donner un dérivé dixanthylé, même si l'azote en position (1) est substitué par un radical phényle.

On obtient des monoxanthylsemicarbazones, soit par action du xanthydrol sur les semicarbazones, soit par action des aldéhydes ou cétones sur la monoxanthylsemicarbazide.

Il est intéressant de noter qu'alors que les hydrazines ne réagissent pas avec le xanthydrol, les fonctions hydrazines de la semicarbazide et de la benzoylhydrazine réagissent, grâce à la proximité du carboxyle [1].

MINÉRALOGIE. — *Sur les propriétés optiques du graphite et de l'oxyde graphitique.* Note de M. P. GAUBERT.

Le graphite a toujours été considéré comme un corps absolument opaque. On peut cependant obtenir des lamelles de clivage, suffisamment minces pour être transparentes, en opérant de la manière suivante : Des cristaux lamellaires de graphite aplatis suivant la base a^1 (graphite de Madagascar, du Canada, de Ceylan, etc.) sont placés entre deux lames de verre porte-objet, frottées l'une contre l'autre, toujours dans le même sens, en appuyant fortement. Il se produit sur les deux plaques des traits très brillants qui, examinés au microscope, montrent par place des lamelles de clivage plus ou moins transparentes suivant leur épaisseur et de couleur gris verdâtre. Les plus grandes n'ont pas plus de $0^{mm},3$ de côté, et leur épaisseur, mesurée directement au microscope, peut être comprise entre $0^{\mu},2$ et 2^{μ} environ.

Ces lamelles de clivage s'obtiennent beaucoup plus facilement en opérant de la même manière avec les colonnes vermiculaires produites par le foisonnement et, en particulier, par celles provenant de beaux cristaux comme ceux d'Ambohimara (Madagascar). Il semble même que ces lamelles sont un peu plus transparentes, à épaisseur égale, que celles du graphite qui n'a pas foisonné.

Ces lames de clivage restent toujours éteintes entre les nicols croisés ; en lumière convergente, les plus épaisses, quand elles sont suffisamment trans-

---

(1) De plus amples détails sur les conditions opératoires et les résultats analytiques seront donnés dans un autre Recueil.

parentes, montrent une croix noire dont les bras sont un peu flous, mais sans anneaux colorés, à cause de leur trop faible épaisseur; on peut cependant constater que le cristal est optiquement négatif.

La détermination des indices de réfraction n'est pas facile à cause de la minceur des lamelles et surtout parce qu'il n'existe pas de liquide incolore, d'un emploi facile, dont les indices soient supérieurs à celui du soufre fondu. J'ai pu seulement constater que les indices du graphite sont compris entre celui du soufre fondu (1,93) et celui du phosphore fondu (2,07); par conséquent, ils sont beaucoup plus faibles que ceux donnés par O. H. Wartenberg (2,98) et C. Zakrzewski (3,04) pour les radiations jaunes.

Aux propriétés optiques du graphite, peuvent être rattachées celles de l'oxyde graphitique. Brodie, Berthelot, Moissan, Weinschenk, etc., ont admis que ce dernier corps est cristallin, alors que Standenmaier et dernièrement Kohlschütter et Haenni, le considèrent comme amorphe, la biréfringence des lamelles étant accidentelle et due à l'adsorption comme dans le cas des plaques de gélatine. Weinschenk a déjà constaté que les lames d'oxyde graphitique sont parfois très biréfringentes, optiquement uniaxes et négatives. J'ai observé que ce fait est exact, non seulement pour toutes les lamelles d'oxyde graphitique, mais aussi pour tous les composés intermédiaires entre ce corps et le graphite. Le produit vert émeraude se prête facilement à l'étude. J'ai pu l'obtenir très facilement en traitant, dans un bocal bouché à l'émeri, le produit intact du foisonnement du graphite par le mélange de Brodie (acide azotique fumant et chlorate de potasse). La réaction se fait à la température ordinaire et très rapidement, aussi ai-je pu suivre au microscope la transformation du graphite en attaquant entre deux lames de verre les lamelles de clivage obtenues par le procédé indiqué plus haut. Toutes ces lamelles sont perpendiculaires à un axe optique et sont optiquement négatives; leur biréfringence paraît être plus élevée que celle de la lamelle primitive de graphite, en effet, pour une lame déterminée, la croix noire est plus nette avec la modification verte qu'avec le graphite pur. On observe parfois des plages dont les bords se montrent biréfringents en lumière parallèle, alors que le reste de la lame est éteint, cela tient simplement à ce que les bords de cette dernière se sont plus ou moins repliés.

Les lames parallèles à l'axe optique sont très polychroïques (vert foncé suivant n_g et presque incolore suivant n_p). On les obtient en écrasant entre deux plaques de verre les masses vermiformes de graphite ayant subi le foisonnement. Parfois ces dernières sont penniformes, droites ou plus ou

moins courbes, elles sont formées par des fibres parallèles à la direction n_g. Les graphites fibreux de quelques localités, convenablement traités, donnent de l'oxyde graphitique vert et sont alors très polychroïques, et très biréfringents, avec un allongement optiquement positif [1].

Cet oxyde graphitique vert est stable tant qu'il contient une petite quantité d'acide azotique, mais une fois lavé à l'eau, il devient brun, gris ou jaunâtre. Les lamelles placées sur une lame de verre se modifient sans que les propriétés optiques changent.

Toutes les modifications voisines de l'oxyde graphitique jaune déflagrent par la chaleur en augmentant de volume et en donnant une matière noire (acide pyrographitique), au milieu de laquelle se voient des lamelles du graphite originel transformées en oxyde graphitique et revenues à leur état primitif. En effet on peut suivre sur une lame de verre la transformation d'une plage d'oxyde graphitique en graphite. Si cette dernière est très mince, il n'y a pas de déflagration apparente et cependant on peut constater qu'elle s'est finalement transformée en graphite sans que sa forme se soit modifiée. M. Charpy a déjà montré que l'acide pyrographitique n'est que du graphite.

Les indices de réfraction de l'oxyde graphitique desséché sont compris entre 1,93 et 2.

Les propriétés optiques de l'oxyde graphitique et de tous les dérivés du graphite étant les mêmes, on est amené à penser que ce sont celles de ce dernier corps qui persistent dans tous ses dérivés. Ce fait peut être rapproché de celui qui a déjà été constaté dans quelques minéraux. Ainsi les lames de clivage de biotite, peuvent perdre graduellement leurs composants, à l'exception de la silice et cependant elles restent toujours négatives (Fouqué). Les lames de clivage de graphite, montrent un fait plus général; en effet le phénomène est réversible, la même lame pouvant prendre certains éléments, les rejeter, les reprendre de nouveau, et ainsi de suite sans que l'orientation optique soit modifiée.

---

(1) Le graphite est probablement aussi polychroïque, mais je ne suis pas encore arrivé à obtenir des lamelles ou des fibres parallèles à l'axe optique suffisamment minces.

LITHOLOGIE. — *Contributions à la lithologie de l'Yemen; I. Roches de profondeur et roches filoniennes non différenciées (une série hololeucocrate).* Note [1] de M. **David Rotman-Roman**.

Au cours d'une expédition géohydrologique envoyée au Yemen par l'Institut géologique de Roumanie, M. G. Botez, mort depuis, a recueilli une collection de roches éruptives de la région Hodeïda-Meneka-Sanaa. L'étude lithologique d'une partie de ces roches constitue l'objet de cette Note.

Les roches de profondeur sont représentées par un *granite sodique* qui constitue à El Birar un puissant massif long de 6^{km} et occupant une surface de 15^{km^2}. C'est un granite sodique de couleur cendrée, un peu rosée, à texture porphyrique et grain moyen. Il est caractérisé parce que, à part la magnétite assez abondante, il est dépourvu d'éléments colorés. En effet cette roche est constituée seulement par des cristaux d'orthose de 5^{mm}-7^{mm}, de quartz et de magnétite constituant une masse grenue dans laquelle sont disséminés de rares cristaux porphyroïdes, presque tabulaires, d'orthose un peu plus gros (12^{mm} de diamètre). Ces cristaux porphyroïdes, en partie kaolinisés, sont faiblement perthitiques et sont entourés d'une large zone, très fraîche, de microperthite très riche en albite; elle est parfois complètement albitisée et présente des macles polysynthétiques courtes, minces et serrées, qui rappellent la *Schachbrettalbite*. Les feldspaths de dimensions plus réduites ont la même composition que ceux de la zone extérieure des phénocristaux. Le quartz, en quantité plus faible que le feldspath, est xénomorphe par rapport à celui-ci ; il est laiteux, opalescent et renferme beaucoup d'inclusions de magnétite; ce même minéral forme, aussi, en association avec le quartz, des nids de 6^{mm}-7^{mm} de diamètre ou des cristaux à contours géométriques. On observe encore une petite quantité d'une dernière venue de quartz microgranitique associé à de la magnétite partiellement limonitisée.

Voici la composition chimique de ce granite (Dr N. Metta) :

---

[1] Séance du 29 octobre 1923.

SiO^2	71,10	MnO	0,53
Al^2O^3	10,08	CaO	1,32
Fe^2O^3	6,07	MgO	0,23
FeO	0,44	Na^2O	4,52
TiO^2	0,37	K^2O	0,78
P^2O^5	0,27	P. au f.	0,60
			100,31

1. Les roches filoniennes non différenciées rencontrées dans cette région sont : A. Porphyres granitiques (microgranites); B. Porphyres syénitiques (microsyénites); C. Porphyres laurvikitiques (rhombenporphyres).

A. Les filons de porphyres granitiques percent les trachytes et les trachydolérites du Djebel Boura (Obal). Caractérisées, elles aussi, par l'absence presque complète d'éléments colorés, ces roches sont compactes, finement grenues, de couleur blanche, un peu jaunâtre par suite d'altération superficielle. Elles montrent de rares cristaux d'albite, d'orthose peu microperthitique et de quartz en quantité à peu près égale à l'orthose, disséminés dans une pâte entièrement cristallisée, à structure micropegmatique, constituée par du quartz, de l'albite et de l'orthose dont les dimensions varient entre celles des phénocristaux et des dimensions microlitiques.

B. Les porphyres syénitiques alcalins affleurent dans le Djebel Hamra (Hadjela). Ils sont aussi caractérisés par l'absence totale d'éléments colorés. Ce sont des roches compactes, finement grenues, de couleur rose, dans lesquelles on distingue à l'œil nu des phénocristaux ($3^{mm} \times 1^{mm}$) de feldspath d'un rose plus clair que le reste de la roche, entourés d'une zone de feldspath plus foncé que celle-ci. Les phénocristaux (albite-oligoclase) sont altérés, maclés suivant la loi de l'albite et de Karlsbad et sont bordés par une large zone d'orthose microperthitique riche en albite; la masse qui les englobe est formée par du quartz et de l'orthose microperthitique riche en albite, à structure microgranitique. A signaler encore de rares grains d'épidote et de l'hématite en poudre fine localisée dans l'orthose microperthitique.

C. Dans le Djebel El Beid (Hadjela) des filons de porphyre laurvikitique (rhombenporphyre) percent des nappes de comendite. Ces roches sont encore caractérisées par l'absence totale d'éléments colorés autres que la magnétite qui est très abondante. Dans ces roches compactes, finement grenues, de couleur grise, sont disséminés des phénocristaux, gris rosés, de feldspath (jusqu'à 3×2^{mm}) et de la magnétite. Au microscope, la roche montre des phénocristaux d'anorthose à contours rhombiques, isolés ou

aglomérés par deux ou trois, disséminés dans une pâte holocristalline à structure trachytique (microlites d'anorthose cimentés par un peu de quartz qui remplit les espaces limités par le feldspath).

Voici l'analyse de cette roche (Dr N. Metta). Densité, 2,538 :

SiO^2..........	70,08	MnO..........	1,32
Al^2O^3..........	9,58	MgO..........	0,48
Fe^2O^3..........	7,22	CaO..........	1,26
FeO..........	0,28	Na^2O..........	6,15
TiO^2..........	0,10	K^2O..........	2,24
P^2O^5..........	0,73	P. au f..........	0,40
			99,84

La grande quantité de magnétite rencontrée dans toutes ces roches est vraisemblablement due à la destruction de métasilicates ferrosodiques.

LITHOLOGIE. — *Sur quelques roches éruptives des environs de Toulon (Var).* Note de M. **Albert Michel-Lévy.**

Trois types différents de roches éruptives se rencontrent dans les environs de Toulon.

Les BASALTES LABRADORIQUES de Carqueiranne, appelés autrefois mélaphyres, présentent, au premier temps de consolidation, des cristaux peu nombreux de labrador-bytownite et d'augite violacée titanifère, au deuxième temps, de fins microlites de labrador à 66 pour 100 d'anorthite, de l'augite et de la magnétite. Ils contiennent de petites enclaves de quartz, entourées de fines aiguilles d'augite du type de celles signalées par M. A. Lacroix dans certains basaltes d'Auvergne. Ils sont souvent décomposés et contiennent des minéraux secondaires, chlorite, épidote, calcite; la structure est intersertale.

L'analyse chimique (M. Raoult) a donné les paramètres (II) III.5.3(4).'5, avec 50 pour 100 d'anorthite virtuelle.

Le mode de gisement est en bancs interstratifiés dans les poudingues du Permien supérieur, riches en galets de rhyolites amarantes du type des rhyolites de l'Estérel; on discerne trois coulées superposées, les deux inférieures, épaisses, entre la Pointe Péno et la plage de Coupereau, plus minces vers le Nord-Ouest où elles réapparaissent dans les hauteurs de la Bayarde et de la Gavaresse; ces coulées sont les débris d'un appareil volcanique d'âge permien, aujourd'hui effondré en mer.

Dans leur partie supérieure, les coulées sont fluidales, scoriacées et

vacuolaires, avec vacuoles remplies de calcite et de quartz fibreux. Au centre des coulées, la roche devient finement grenue et passe à une *microdiabase*. Ce type se retrouve à Saint-Mandrier, en coulée dans le Permien, et en filons dans les schistes séricíteux du cap Sicié et dans les gneiss de l'île du Levant.

L'analyse de la lave de ce dernier gisement a donné les paramètres (II)III.5(6).3′.′5, avec 57 pour 100 d'anorthite virtuelle, qui prouvent bien la parenté des microdiabases et des basaltes labradoriques.

Les ANDÉSITES OLIGOCLASIQUES de la Garde forment à l'est de Toulon un important pointement, isolé au milieu d'une plaine d'alluvions anciennes. Elles contiennent quelques grands cristaux de plagioclases, de hornblende et d'augite, partiellement décomposés en calcite, chlorite, sphène, épidote et de nombreux microlites d'oligoclase-andésine, à 28 pour 100 d'anorthite, accompagnés d'augite.

L'analyse chimique donne les paramètres II.5.2′.4 qui correspondent bien à l'examen optique (anorthite virtuelle, 24 pour 100).

Ce pointement paraît représenter un reste de coulée reposant sur le Permien supérieur qui existe sous les alluvions; son aspect est prismé et fluidal, avec plongement de 20° vers le Nord-Est.

Les BASALTES ANDÉSITIQUES du Destrier, Evenos et Pointe Nègre montrent, au 1er temps, de l'olivine et de l'augite; au 2e temps, des microlites d'andésine à 46 pour 100 d'anorthite, de l'augite et de la magnétite.

L'analyse (Pointe-Nègre) a donné comme paramètres 'III.5′.3.4′ avec 30 pour 100 d'anorthite virtuelle.

Tous leurs gisements consistent en débris d'une même coulée, issue vraisemblablement d'un filon situé au nord et très démantelée dans sa partie méridionale. Dans son trajet d'environ 14^{km} du Nord au Sud, cette coulée repose sur des formations variées dont les plus récentes sont des conglomérats oligocènes (route de Broussan à Evenos), les plus anciennes, des chloritoschistes (batterie de Pointe-Nègre, au bord de la mer).

Ainsi, parmi les roches éruptives, d'aspect très semblable, des environs de Toulon, il faut distinguer trois types bien caractérisés au point de vue chimique et minéralogique et dont les conditions de gisement et l'âge ont pu être précisés.

Les basaltes labradoriques de Carqueiranne sont les mêmes que ceux de l'Esterel, épanchés après les rhyolites amarantes, à la fin du Permien.

Les andésites oligoclasiques de la Garde correspondent probablement à une récurrence de laves plus acides, à la fin du Permien.

Ces deux catégories de roches sont venues au jour par des fractures résultant d'effondrements épirogéniques, transversaux aux plissements hercyniens, les basaltes andésitiques par des fractures postérieures à l'Oligocène.

GÉOLOGIE. — *Sur les relations des terrains cristallins et sédimentaires dans la partie occidentale de Madagascar, entre la Betsiboka et la Tsiribihina.* Note de MM. **Léon Bertrand** et **Léonce Joleaud**, présentée par M. Pierre Termier.

Suivant un schéma fort courant, le bord occidental du grand massif cristallin de Madagascar (*Bongo Lava*) forme une haute falaise au pied de laquelle est affaissée, par une grande faille à peu près continue, la zone triasique sakalave s'étendant à l'Ouest généralement jusqu'à une autre ligne de relief (*falaise du Bemaraha*) correspondant au début de la conservation de sa couverture de terrains jurassiques. Nous ne saurions d'ailleurs, pour cette zone triasique, adopter l'expression souvent employée de *vallée permo-triasique*, qui s'applique mal, à notre avis, à une région se présentant, sur une largeur habituelle de 40^{km} à 50^{km}, comme un pays de hauts plateaux là où ne s'est pas exercée l'érosion des vallées récentes. D'ailleurs le *Bongo Lava*, bord de la région cristalline, ne forme souvent lui-même une falaise élevée que dans les parties où une grande vallée récente longe ce bord et a entamé le Cristallin sur une assez grande hauteur en une falaise d'érosion qui ne présente alors aucune relation nécessaire avec l'existence d'une faille.

D'après nos observations, poursuivies sur plusieurs centaines de kilomètres, le contact par faille des terrains cristallins et de leur bordure sédimentaire est une exception. Nous ne l'avons vu se faire que suivant certains éléments orientés sensiblement du Nord au Sud et qui, dans les régions d'Ambatomainty et de Kandreho, où la direction générale du contact est toute différente, se poursuivent au Sud dans le massif cristallin lui-même. Il semble bien qu'il s'agisse là d'accidents structuraux, relativement très récents, appartenant au même système que le régime faillé de la côte Est de l'île.

Dans la grande généralité des cas, au contraire, nous avons observé *un contact stratigraphique régulier*, les plus anciennes couches sédimentaires en contact avec les terrains cristallins reposant, en discordance, sur ces der-

niers suivant une surface plus ou moins inclinée vers l'extérieur du massif ancien et constituant une première pénéplaine d'érosion nettement reconnaissable, mais déformée par les mouvements ultérieurs. La notion de l'existence d'une grande faille sensiblement continue semble d'ailleurs ne pas résulter habituellement d'une observation directe du contact et être surtout due au fait que les couches permiennes charbonneuses de Benenitra et autres localités méridionales voisines ne se retrouvent pas plus au Nord le long du contact et que même les couches triasiques inférieures d'Ankavandra à *Estheria minuta* y manquent souvent aussi. Les grès grossiers et conglomérats à galets de quartz qui sont superposés, à ces couches inférieures, là où elles existent, se montrent souvent directement au contact du Cristallin. On a admis que l'absence des couches inférieures sur la plus grande partie de la longueur du contact tient à ce qu'elles y sont affaissées au-dessous du niveau actuel du sol.

A cette notion, nos observations en bien des points nous en font substituer une autre, celle de la *transgressivité très nette des grès et conglomérats en question*, qui se sont avancés plus loin sur le massif ancien que les terrains antérieurs. Le changement total de régime dont ils témoignent ne correspond pas seulement à cette avancée, mais aussi à une grande phase de destruction torrentielle des terrains cristallins, dont les galets des éléments quartzeux les plus résistants ont été amenés dans une mer littorale, peut-être même lagunaire, par tous les cônes de déjection des torrents descendant du massif ancien en voie de démolition et étalés jusqu'à grande distance du littoral de l'époque. L'absence des termes inférieurs du Trias et aussi du Permien charbonneux le long du contact actuel tiendrait simplement à ce qu'ils ne s'étaient déposés que plus à l'Ouest et non à ce qu'ils auraient disparu par faille.

Un des résultats importants des recherches provoquées par notre mission a été la découverte, principalement due à M. Dumas, chef du service des Mines de Madagascar, dans le bassin moyen du Ranobe, d'une large surface d'affleurement des couches d'Ankavandra et du Permien charbonneux, avec épaisses coulées de roches basiques vers sa base. M. Perrier de la Bâthie avait d'ailleurs reconnu déjà, en un point de cette région, l'existence d'un lit charbonneux. Nos recherches ont démontré que cette très importante réapparition des couches de base de la série sédimentaire fort loin du bord du massif cristallin se fait suivant l'axe d'un grand anticlinal orienté WNW-ESE. Celui-ci appartient à un régime de plis, orientés suivant cette même direction, s'étendant sur les régions du Manambao et du Ranobe, ainsi que

plus au Nord, et auquel est due l'avancée du Trias avec noyaux cristallins dans la direction du cap Saint-André, en corrélation avec l'angle très marqué que fait le contour du bord du massif cristallin à l'est de Morafenobe.

Nous avons retrouvé ce régime de plis orientés transversalement à la direction générale de l'île et du massif cristallin [1] non seulement dans les couches triasiques du Ranobe et du Manambao, mais plus au Sud, jusqu'à l'extrême limite méridionale de la région que nous avons parcourue, à Miandrivazo, sur la Tsiribihina. Il est particulièrement net vers cette localité au contact du Trias et du Cristallin, qui se trouve accidenté, du fait de ces plis transverses à sa direction générale, par des avancées anticlinales du Cristallin s'ennoyant vers l'Ouest sous le Trias et, inversement, par des ondulations synclinales de la surface de base du Trias, suivant lesquelles ce dernier a été conservé plus loin vers l'Est, en des sortes de golfes actuels. Il en résulte un contour très sinueux pour la limite du Cristallin et du Trias, contrairement au tracé rectiligne qui avait été admis et qui a servi d'argument en faveur de l'existence d'une grande faille, certainement inexistante sur la plus grande partie du contact entre Miandrivazo et Ankavandra, mais se rencontrant localement au voisinage de cette dernière localité.

Ces plis, qui affectent à la fois la série permo-triasique et les couches du Jurassique et du Crétacé inférieur, peuvent être datés par le fait qu'ils sont antérieurs à une autre série stratigraphique indépendante des précédentes, d'âge Crétacé moyen. En ce qui concerne d'ailleurs la série des couches, principalement calcaires, du Lias et du Jurassique, nous avons constaté qu'elle présente une certaine indépendance stratigraphique par rapport à la très épaisse succession de grès blancs et rouges, avec alternances de marnes et argiles bariolées et parfois de gypse, qui constitue la plus grande partie du Trias et qui, d'après les trouvailles paléontologiques faites par l'un de nous au nord de Kandreho, n'empiète pas sur le Lias, contrairement à ce qui a été admis antérieurement.

Tantôt c'est le Lias dolomitique (Lias moyen), tantôt le Lias supérieur marneux et schisteux à *Bouleiceras*, parfois seulement le Jurassique supérieur coralligène, qui repose directement sur le Trias dans la région des plis du bas Manambao et du bas Ranobe, dont il a été précédemment question. Par contre, à la hauteur de Tsiandro, la série jurassique semble complète à partir du Lias moyen dolomitique jusqu'aux calcaires jurassi-

---

[1] L'existence de ces plis avait été antérieurement indiquée par M. Merle.

ques supérieurs à facies de Tithonique coralligène, surmontés, en parfaite concordance, dans la direction d'Antsalova, par une épaisse série, principalement marneuse et de caractère nettement bathyal, correspondant au Crétacé inférieur, qui se retrouve aussi dans la région du Manambao inférieur.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Mesures magnétiques effectuées dans le Dauphiné, la Savoie et la Bresse.* Note de M. **R. Dongier**, présentée par M. Daniel Berthelot.

Ces mesures m'ont été confiées par la sixième section du Comité français de l'Union géodésique et géophysique internationale; elles ont été effectuées, en juillet et août 1922, dans quarante stations situées dans les départements de la Drôme, de l'Isère, de la Savoie, de la Haute-Savoie, de l'Ain et du Rhône; elles font suite à celles que j'avais exécutées en 1921 dans le sud-est de la France [1].

Moureaux avait déjà visité dix-neuf de ces stations (inscrites en italique dans le Tableau des résultats). Je me suis efforcé de retrouver les points qu'il avait occupés; j'ai dû parfois m'en éloigner de quelques kilomètres parce qu'il n'était plus possible d'y accéder ou d'y opérer à l'abri des influences des lignes de transport d'énergie électrique. Ainsi, au lieu de Grenoble, j'ai adopté « Le Louvarou », suffisamment distant des lignes de traction par courant continu. A l'Observatoire de Lyon, à Saint-Genis-Laval, j'ai pu retrouver l'emplacement de Moureaux.

Il convient de signaler une modification que j'ai apportée au mode d'observation de 1921; je déterminais alors, comme l'a fait Moureaux, par deux pointés successifs du Soleil, lunette à droite et lunette à gauche, la distance zénithale de cet astre qu'il est nécessaire de connaître pour fixer, sur le cercle horizontal, la division correspondant au Nord géographique. Ainsi, on obtient, par la moyenne des lectures des deux cercles (vertical et horizontal), la distance zénithale et l'azimut de l'astre, à un instant compris dans l'intervalle des deux visées. La précision n'est convenable que si les deux pointés sont suffisamment rapprochés.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 1430.

Stations et Départements.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
	° ′	° ′		
St-Gingolph (Haute-Savoie)........	9.55,5	61.57,2	0,21114	presque calme
Thonon »	9.47,6	61.54,0	0,21141	presque calme
Annemasse »	10. 1,0	61.48,7	0,21096	peu agitée
St-Denis de Ceyzeriat près de Bourg (Ain).	10.28,5	61.56,3	0,21063	presque calme
St-Julien en Genevois (Haute-Savoie).	10. 8,5	61.47,2	0,21112	peu agitée
Bonneville » .	10. 4,6	61.47,3	0,21151	peu agitée
La Roche-s-Foron » .	9.59,9	61.45,8	0,21152	agitée
Cluses » .	9.54,0	61.40,3	0,21176	presque calme
Vallée de Bérard » .	10.48,1	61.39,3	0,21268	calme
Villefranche-s-Saône (Rhône)......	10.44,5	61.48,8	0,21140	presque calme
Argentière (Haute-Savoie).........	9.52,0	61.37,5	0,21239	peu agitée
Seyssel-Carbonod (Ain)............	»	61.43,1	0,21204	presque calme
Ambérieu »	10.27,8	61.42,1	0,21165	peu agitée
Sallanches (Haute-Savoie).........	9.49,0	61.41,5	0,21271	presque calme
Trévoux (Ain)...................	10.47,3	61.44,7	0,21135	peu agitée
Annecy (Haute-Savoie)...........	10. 2,2	61.32,3	0,21218	peu agitée
Lathuile »	10. 1,4	61.31,4	0,21276	peu agitée
St-Genis-Laval (Rhône)............	10.34,8	61.34,2	0,21245	presque calme
Belley (Ain)......................	10.14,6	61.33,6	0,21303	presque calme
Aix-les-Bains (Savoie)...........	10.11,6	61.25,8	0,21262	très agitée
Le Châtelard »	10. 0,6	61.25,8	0,21359	agitée
Albertville »	9.59,6	61.26,2	0,21293	presque calme
Bourg-St-Maurice (Savoie)..........	9.43,0	61.16,6	0,21414	presque calme
Chambéry »	10. 6,0	61.20,8	0,21377	peu agitée
St-Pierre-d'Albigny (Savoie).......	»	61.19,8	0,21390	agitée
La Tour-du-Pin (Isère)............	10.19,3	61.25,5	0,21364	presque calme
Montmélian (Savoie)...............	9.56,8	61.16,8	0,21430	peu agitée
Moutiers »	9.55,2	61.15,1	0,21420	calme
Voiron (Isère).....................	10.12,3	61.10,2	0,21467	peu agitée
La Côte-St-André (Isère)............	10.20,6	61.15,7	0,21430	presque calme
Goncelin (Isère)..................	9.59,3	61.10,5	0,21502	presque calme
St-Rambert-d'Albon (Drôme).......	10.32,2	61. 6,8	0,21447	presque calme
Lanslebourg (Savoie)...............	9.30,2	61. 7,9	0,21495	très agitée
St-Jean de-Maurienne (Savoie).....	9.55,7	61. 0,8	0,21555	calme
Modane (Savoie).................	9.43,8	60.56,7	0,21557	calme
St-Marcellin (Isère)...............	10.14,9	61. 2,2	0,21543	presque calme
Le Louvarou (Grenoble, Isère)......	10. 8,0	61. 2,2	0,21595	presque calme
Bourg d'Oisans (Isère).............	9.58,5	60.55,2	0,21553	presque calme
Romans (Drôme)....................	10.24,4	60.56,3	0,21642	presque calme
Monestier de Clermont (Isère)......	10. 7,0	60.46,1	0,21674	presque calme

Or, par temps nuageux et à courtes éclaircies, il arrive que le Soleil ne

peut être observé qu'à des intervalles de temps éloignés; je me suis donc mis à l'abri de cet inconvénient, en visant, lunette à droite puis lunette à gauche, un repère fixe, afin de déterminer sur le cercle vertical la division correspondant à la verticale. Un seul pointé, au lieu de deux, suffit alors pour donner la distance zénithale du Soleil. On doit retrouver d'ailleurs la même division du cercle vertical dans les différentes stations, si le réglage des niveaux est effectué avec tout le soin désirable.

Le tableau ci-contre donne les éléments magnétiques réduits au 1er janvier 1922. Les stations ont été rangées par ordre de latitude décroissante.

Les mesures précédentes, comparées à celles de Moureaux pour les stations communes, donnent la variation séculaire des éléments magnétiques entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922. La moyenne de cette variation est de $-3^\circ 2'$ pour la déclinaison, $-0^\circ 47'$ pour l'inclinaison et $+0,0017$ pour la composante horizontale. Ces valeurs diffèrent peu de celles observées au Val-Joyeux ($-2^\circ 58'$, $-0^\circ 32'$, $+0,0015$) et de celles ($-3^\circ 2'$, $-0^\circ 46'$ et $+0,0020$) que j'ai publiées en 1921 pour les départements du sud-est de la France.

Les isogones, les isoclines et les lignes d'égale composante horizontale subissent, dans le massif du mont Blanc, de légères déformations dont il paraîtrait intéressant de préciser l'importance.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre du* 19 *novembre* 1923. Note de M. **Beaulard de Lenaizan.**

Le barographe de la Faculté des Sciences de Montpellier a enregistré le tremblement de terre du lundi 19 novembre. Une seule secousse est visible sur le diagramme des pressions; elle correspond à 3 *heures* 40 *minutes*.

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur la migration de l'inuline dans les greffes de Composées.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Dans une précédente Note [1], j'ai fait voir que, en surgreffant le Topinambour et le Soleil annuel, celui-ci ne contient pas d'inuline bien qu'elle

(1) Lucien Daniel, *Sur les hyperbioses de Soleil et de Topinambour* (*Comptes rendus*, 1922, et *Revue bretonne de Botanique*, 1922).

passe dans ses tissus sous une autre forme, probablement à la suite d'une destruction à l'entrée et d'une reconstruction à la sortie. Cette année, j'ai recommencé ce genre de recherches en les étendant à des Composées annuelles ne fabriquant pas d'inuline et à des Composées vivaces qui en possèdent, quoique en quantité moindre que le Topinambour. Le Tableau suivant indique les poids des tubercules obtenus chez les Topinambours hypobiotes, greffés ou surgreffés suivant les cas :

I. — *Olodibioses ou greffes ordinaires.*

Nature des épibiotes.	Poids des tubercules (en grammes).
Helianthus annuus (3 greffes)........	145, 75 et 40
Madaria elegans (5 greffes).........	40, 30, 0, 0 et 0
Ambrosia trifida (5 greffes)..........	291, 840, 145, 75 et 40
Rudbeckia laciniata (2 greffes)......	0 et 0
Rudbeckia moschata (3 greffes)......	0, 0 et 0
Heliopsis scabra (2 greffes)...........	140 et 6
Silphium trifoliatum (2 greffes).....	13 et 9
Helianthus orgyalis (7 greffes).......	425, 385, 420, 410, 302, 260 et 320
Helianthus multiflorus (5 greffes)....	1350, 1660, 1460, 870 et 1610

II. — *Hyperbioses ou surgreffes.*

Épibiotes.	Mésobiotes.	Hypobiote.	Poids des tubercules (en grammes).
Topinambour	*Helianthus annuus*	Topinambour ...	1800
Id.	*Madaria*	Id. ...	0
Id.	*Ambrosia*	Id. ...	97
Id.	*Rudbeckia moschata*	Id. ...	540
Id.	*Heliopsis scabra*	Id. ...	10
Id.	*Helianthus orgyalis*	Id. ...	700
Id.	*Helianthus multiflorus*	Id. ...	1385

De ce Tableau ressortent des données intéressantes. Dans les greffes ordinaires, quel que soit l'épibiote, le Topinambour fournit un poids de tubercules notablement *inférieur* à celui des témoins qui est de 4 à 6^{kg}. Il peut se faire que des plantes annuelles (*Ambrosia*, *Helianthus annuus*, *Madaria*) greffées sur Topinambour permettent à celui-ci d'emmagasiner de l'inuline quand des Composées vivaces à inuline l'empêchent de former des tubercules (*Rudbeckia*) ou réduisent considérablement la fonction de réserve (*Silphium*, *Heliopsis*), dans les conditions où j'ai opéré.

Si l'on surgreffe le *Rudbeckia moschata* avec le Topinambour, la fonction

de réserve, supprimée dans les olodibioses, se rétablit aussitôt. C'est si bien l'hyperbiote Topinambour qui est l'agent de ce rétablissement que dans les hyperbioses où il est remplacé par un hyperbiote *Helianthus annuus*, il n'y a pas de tuberculisation. Avec les mésobiotes Soleil et *Helianthus orgyalis*, la mise en réserve est augmentée. Avec l'*Helianthus multiflorus*, elle est moins influencée.

Les hyperbioses de *Madaria* et celles d'*Heliopsis* ont donné des résultats aussi curieux qu'inattendus. Chez les premières, l'inuline n'a pas passé dans le *Madaria* mésobiote; elle s'est localisée dans l'hyperbiote qui s'est renflé en cône et a changé de teinte, devenant jaune dans un cas et rouge brun dans l'autre, pendant que les feuilles se panachaient fortement. Le même phénomène, indice certain d'une variation du chimisme des tissus, s'est produit chez l'hyperbiote dans les hyperbioses d'*Heliopsis*, bien que l'hypobiote Topinambour ait fourni un petit tubercule.

J'ai établi des olohyperbioses et des hémihyperbioses entre Soleil annuel et Topinambour, celui-ci jouant le rôle de mésobiote. Ces greffes, inverses des précédentes, ont bien réussi. A la fin de leur végétation, j'ai étudié la répartition de l'inuline dans les associés. En aucun cas, je n'en ai trouvé dans les Soleils hyperbiotes ou hypobiotes. Cette substance se rencontrait, au contraire, dans tous les mésobiotes Topinambour portant des pousses feuillées, et, toutes conditions égales d'ailleurs, proportionnellement à la valeur relative de ces pousses. Chez les olohyperbioses, dans lesquelles le mésobiote Topinambour était réduit à 10^{cm} à peine de tige verte, il n'y avait pas d'inuline chez celui-ci.

Ces recherches, qui confirment et complètent mes précédentes observations, montrent nettement que les êtres vivant en symbiose dépendent étroitement les uns des autres et que leur chimisme ainsi que leurs fonctions physiologiques varient suivant les espèces associées, la nature des organes choisis, les associations particulières réalisées par l'opérateur et aussi suivant les conditions de milieu. Elles montrent aussi que, si les hyberbioses ou surgreffes donnent d'intéressants résultats en arboriculture, ces sortes de symbioses peuvent être avantageusement employées à solutionner certaines questions controversées en physiologie végétale.

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur l'évolution du chondriome dans le sac embryonnaire des Liliacées.* Note (¹) de M. A. GUILLIERMOND, présentée par M. Marin Molliard.

Dans une précédente Note, nous avons décrit l'évolution du chondriome dans le sac embryonnaire des Liliacées. Nos observations datent d'une époque où nous n'avions pas encore mis en évidence dans la cellule des végétaux verts l'existence de deux lignées de chondriosomes; elles laissent donc subsister des obscurités. Nous avions décrit un chondriome dont une partie des éléments se transforme en chondriocontes très allongés et la production aux dépens de ces derniers de grains de sécrétion qui paraissent se dissoudre dans le cytoplasme.

Les recherches que nous avons poursuivies depuis et que nous résumerons ici éclaircissent beaucoup cette question.

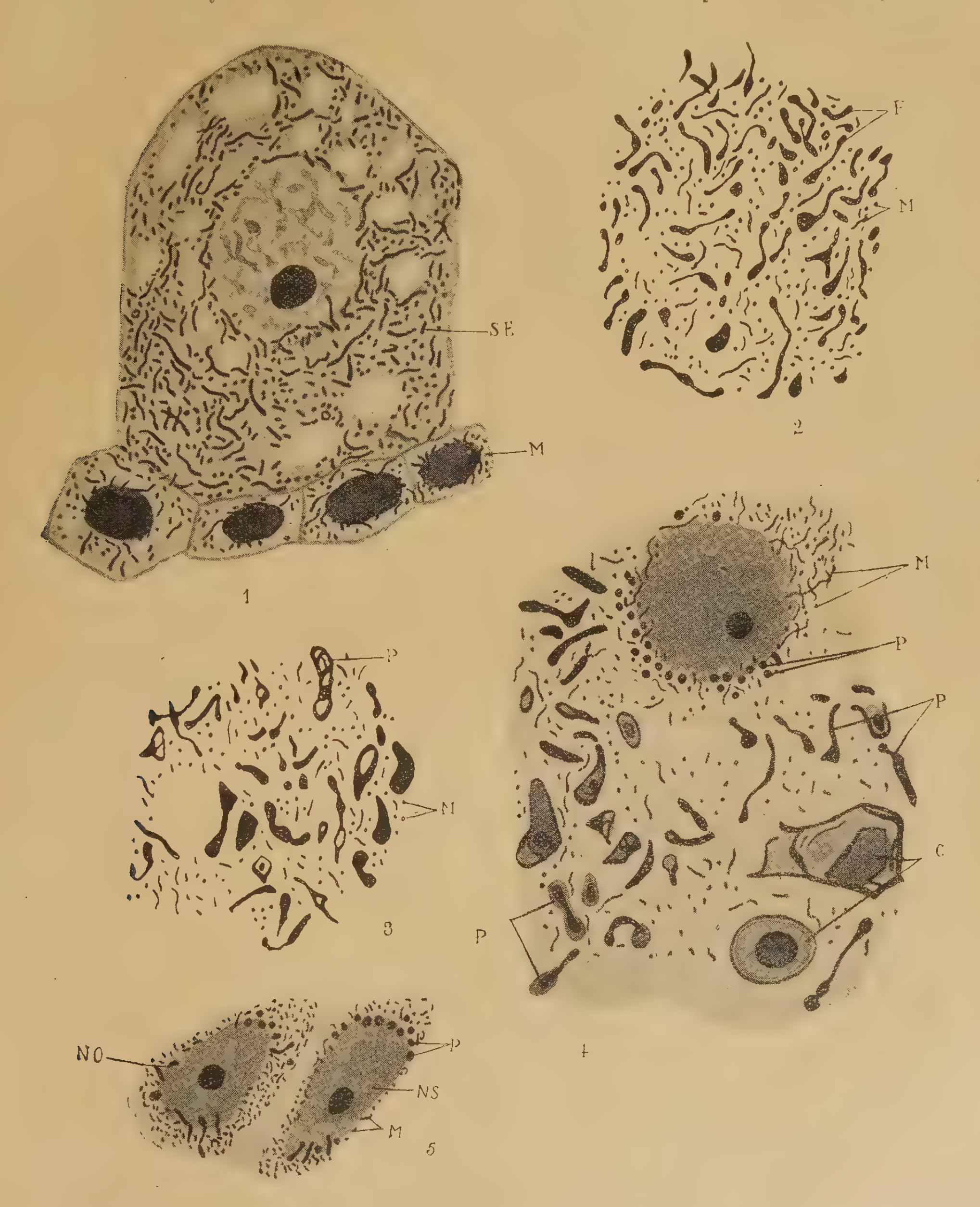
Dans *Lilium candidum*, au début de sa différenciation, le sac embryonnaire (*fig.* 1, SE) renferme un chondriome semblable à celui des autres cellules du nucelle (N), constitué par des grains, de courts bâtonnets et des chondriocontes. Ainsi qu'on le verra, ce sont les chondriocontes qui représentent les plastes. Au stade synapsis, on constate la formation de petits renflements sur le trajet des chondriocontes. Dans la région avoisinant le noyau et plus tard autour des noyaux résultant de sa division, ceux-ci se séparent par rupture des parties effilées qui les réunissent et prennent la forme de petits corpuscules arrondis qui ne modifient plus leur aspect jusqu'à la fin du développement. Au contraire, dans les autres régions, ces renflements ne se séparent que peu à peu au cours du développement, grossissent beaucoup, affectent les formes les plus diverses et presque toujours conservent un appendice effilé, reste du chondrioconte générateur. Ce sont des corps ovoïdes, anguleux ou en formes de fuseaux et de têtards qui présentent parfois un aspect plus ou moins cristallin (*fig.* 2 et 3, P). Ces éléments montrent souvent à leur intérieur une ou plusieurs petites vacuoles ou parfois un noyau central et une zone périphérique fortement sidérophile dans une substance fondamentale moins chromophile. Ces corps, que nous avions considérés comme des grains de sécrétion, représentent simplement un stade de l'évolution des plastes. La production de ces gros plastes à partir des chondriocontes s'effectue peu à peu pendant tout le développement, en sorte qu'à tous les stades, on peut observer de nombreuses formes de passage entre les chodriocontes et les gros plastes.

Au cours de ces phénomènes, les autres chondriosomes restent petits, mais ils modifient assez sensiblement leurs formes : beaucoup prennent l'aspect de longs chondriocontes se distinguant des plastes par leur extrême minceur (*fig.* 2 et 3, M).

Dans les synergides, l'oosphère et les antipodes, on observe également la présence

(¹) Séance du 19 novembre 1923.

de plastes (P) et de chondriosomes (M); les plastes sont beaucoup plus petits que dans le sac embryonnaire lui-même et toujours à l'état de corpuscules ronds (*fig.* 5).



A la fin du développement, le noyau du sac embryonnaire reste entouré de petits plastes ronds (*fig.* 4, P), entremêlés à de nombreux chondriosomes. Au contraire, dans toutes les autres parties du sac embryonnaire, les plastes (P) sont très gros et

présentent des phénomènes curieux qui se manifestent par une dilatation assez considérable et le fait qu'ils s'entourent fréquemment d'une zone éosinophile. Il semblerait qu'à ce moment, ces éléments subissent des phénomènes de digestion. On aperçoit également des corpuscules généralement plus gros et moins sidérophiles que les plastes. Ces derniers corps qui sont fortement éosinophiles montrent d'abord une structure concentrique très accusée avec un noyau central et plusieurs zones concentriques plus chromophiles que le reste (*fig.* 4, C) : celles-ci ont une tendance à se rompre, donnant des formations d'aspects spiraloïdes. Ces corps prennent ensuite un contour confus et deviennent de moins en moins sidérophiles, comme s'ils se dissolvaient dans le cytoplasme. Ces corps qui apparaissent dès le stade synapsis, mais ne deviennent nombreux qu'à la fin du développement, n'appartiennent pas au système vacuolaire. Ils ont fréquemment un aspect cristallin et sont rattachés aux plastes par une série d'intermédiaires, de sorte que nous les considérons comme des phases de dissolution des plastes.

En résumé, nos recherches nous ont permis de suivre d'une manière très précise dans le sac embryonnaire des Liliacées l'évolution des deux catégories de chondriosomes à tous les stades du développement.

PHYSIOLOGIE. — *Signification de la chute maxima de tension superficielle du sérum sanguin.* Note [1] de M. P. **Lecomte du Noüy**, présentée par M. Charles Richet.

Dans nos précédentes Notes, nous avons signalé la chute spontanée de la tension superficielle des solutions colloïdales en général et du sérum sanguin en particulier. Nous avons montré que cette chute était maxima, pour le sérum de lapin, à une dilution voisine du dix-millième. Nous en avons déduit une méthode qui, appliquée à l'étude des anticorps, a permis de suivre leur apparition, leur développement, puis leur diminution, en fonction du temps, chez des animaux ayant reçu des injections de divers antigènes. Les résultats de ces mesures purement physiques ont toujours été d'accord, qualitativement et quantitativement, avec les réactions biologiques ordinaires : hémolyse, précipitation.

Pour expliquer l'existence de cette chute maxima à une faible concentration déterminée, nous avons émis l'hypothèse qu'à cette concentration seulement, une couche superficielle monomoléculaire orientée de certains éléments du sérum pouvait se former dans les récipients utilisés. De nombreuses expériences ont paru confirmer cette manière de voir, entre autres l'étude de la vitesse d'évaporation de solutions de sérum frais au 10e, au 100e,

---

(1) Séance du 19 novembre 1923.

au 1000e, au 10000e et au 100000e, contenues dans des verres de montre identiques. Toutes choses étant égales, la solution au 10000e s'évapore plus lentement. Ce fait peut s'expliquer par l'existence d'une pellicule homogène de molécules orientées, donc fortement adhérentes entre elles; l'empilement de molécules en désordre, à la surface des solutions plus concentrées, n'offrant pas la même résistance à l'essor des molécules d'eau.

Le problème se posait alors de savoir si cette concentration critique du dix-millième, qui modifie dans la proportion de plus de 100 pour 100 l'action du sérum sur la tension superficielle de l'eau de nos récipients, était la conséquence d'un ensemble de conditions arbitrairement réunies, ou bien si elle avait une signification plus profonde. L'hypothèse de la couche orientée permet d'attaquer le problème d'une façon simple. En effet cette concentration critique du dix-millième est fonction, entre autres quantités, du rapport $\frac{\text{surface}}{\text{volume}}$ de la solution. Or, pour maintenir l'intégrité d'une couche monomoléculaire, la concentration doit évidemment augmenter, toutes autres conditions demeurant égales, lorsque le rapport $\frac{\text{surface}}{\text{volume}}$ augmente (c'est-à-dire quand la capacité du vase diminue); la question peut donc prendre l'aspect suivant : Quelles seraient les dimensions d'un récipient assez petit pour que le rapport $\frac{S}{V}$ devienne tel que le sérum n'ait à subir aucune dilution, et que ses constituants actifs se distribuent en couche monomoléculaire orientée sur les parois. En d'autres termes, puisque nous admettons par hypothèse que ce phénomène se produit dans des verres de montre dont le rapport $\frac{S}{V} = 12$, à une dilution du dix-millième, quelles sont les dimensions d'un vase dont le rapport $\frac{S}{V}$ serait 10000 fois plus grand, soit 120000?

Un calcul simple indique que ce récipient devra être de l'ordre de grandeur des vaisseaux capillaires encombrés de globules blancs et rouges. On trouve même, pour un capillaire moyen de 10^μ de diamètre, légèrement aplati, contenant deux globules de 5^μ de diamètre et de 2^μ d'épaisseur sur un parcours de 10^μ, un chiffre coïncidant presque exactement avec 120000; ceci en tenant compte naturellement de toute la superficie mouillée par le liquide, surface des globules et du capillaire. Il est bien évident qu'il ne faut accepter cette concordance que comme l'indication d'un ordre de grandeur. Néanmoins, si l'on considère que le diamètre des capillaires varie de 4^μ à 18^μ, que, de plus, la circulation du sang y est relativement peu active, et souvent arrêtée; que, d'autre part, l'accumulation des globules y

est souvent considérable, il semble bien, malgré l'extrême différence des conditions, qu'il y ait là plus qu'une simple coïncidence.

On est donc amené à admettre l'existence, dans les capillaires, contre les parois et autour des globules, d'une couche monomoléculaire orientée, composée des éléments du sérum qui sont les plus sensibles et les plus actifs. On comprend alors que cette sorte de filtre mince, instable et, réagissant, formé d'éléments fragiles, véritables intermédiaires entre les produits charriés par la circulation et les cellules endothéliales, permette à des quantités extrêmement petites de substance d'agir sur l'organisme entier. En effet, l'orientation systématique des molécules permet l'addition des effets et leur propagation. La moindre réaction locale affectant l'équilibre de l'édifice atomique d'une molécule ou d'une série de molécules juxtaposées sera perçue bien au delà du lieu de la réaction, grâce au changement apporté dans la valeur du champ de forces de chaque molécule.

ENTOMOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'atrophie des ailes et des muscles du vol chez les* Forficulidæ. Note de MM. **L. Mercier** et **Raymond Poisson**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On sait que chez les *Forficulidæ* les élytres sont toujours très courts alors que les ailes présentent souvent une longueur variable selon les espèces. C'est ainsi, par exemple, que *Labia minor* L., *Forficula auricularia* L., ont des ailes bien développées, dépassant largement les élytres. Par contre, *Forficula Lesnei* Finot possède des ailes rudimentaires et chez *Prolabia arachidis* Yers., celles-ci sont nulles.

Il est de toute évidence que les espèces à ailes atrophiées ne peuvent plus voler; mais il est plus difficile de se prononcer sur l'aptitude au vol des espèces pourvues d'ailes bien développées. C'est ainsi qu'un certain nombre d'auteurs d'ouvrages de vulgarisation [1] parlent avec assurance du vol des Perce-Oreilles et, quelques-uns d'entre eux, représentent même des Forficules dans l'attitude du vol. Or Verhœff (1909) [2] a constaté que lorsqu'on déplie les ailes de *Forficula auricularia*, celle-ci ne peut ensuite ni les replier

---

(1) E. Blanchard, *Histoire naturelle des Insectes*, t. 2, p. 211. — Brehm, *Merveilles de la Nature. Les Insectes* (*Edition française* par J. Künckel d'Herculais, etc.).

(2) K.-W. Verhœff, *Ueber Dermapteren*, 6 *Aufsatz: Zur Biologie europäischer Ohrwürmer* (*Biol. Centr.*, Bd 29, 1909, p. 578 et 605).

complètement, ni les étendre pour voler. D'après cet auteur, *Labia minor* est le seul Dermaptère de l'Europe centrale qui puisse voler.

L'aptitude au vol de *Forficula auricularia* semble donc bien être une légende. Il nous a paru intéressant de préciser ce point, car la présence d'ailes chez un Insecte ne constitue pas un argument suffisant pour permettre d'affirmer, *a priori*, que celui-ci vole. En effet nous avons montré que certains exemplaires de *Chersodromia hirta* Walk. (Diptère-*Empidæ*) ([1]) ne peuvent plus voler bien que possédant des ailes normalement développées, et cela par suite d'une atrophie partielle des muscles vibrateurs longitudinaux. Il en est de même de *Nepa cinerea* L. et de *Naucoris cimicoides* L. ([2]).

Il était donc tout indiqué d'étudier les muscles du vol de *Forficula auricularia* puis de les comparer à ceux d'une forme volant bien comme *Labia minor* et à ceux d'une espèce ne volant certainement pas, telle *Forficula Lesnei*.

La comparaison des figures reproduites dans la présente Note suffit à montrer les différences qui existent, dans la disposition anatomique des muscles du thorax, entre *Labia minor* d'une part et *Forficula auricularia* et *Lesnei* d'autre part. En effet, on constate que si, chez les trois espèces, des coupes transversales du pro- et du mésothorax présentent sensiblement une même disposition des muscles, il n'en est pas de même, par contre, pour le métathorax (comparer les figures I, II, III).

Le métathorax de *Labia minor*, espèce qui vole bien, renferme de volumineuses masses musculaires formées de fibres à colonne sarcoplasmique centrale. Les unes (*fig.* I, *a*) occupent une position dorsale, par rapport au tube digestif, et sont constituées par des fibres à direction longitudinale, tandis que les autres (*fig.* I, *b*) ont une direction un peu oblique et dorso-ventrale.

Chez *F. auricularia* et *Lesnei*, les muscles (*a*) sont considérablement réduits. Quant aux muscles dorso-ventraux (*b*) nous n'en avons pas trouvé trace chez ces deux dernières espèces et leur emplacement est occupé par des nappes de tissu adipeux.

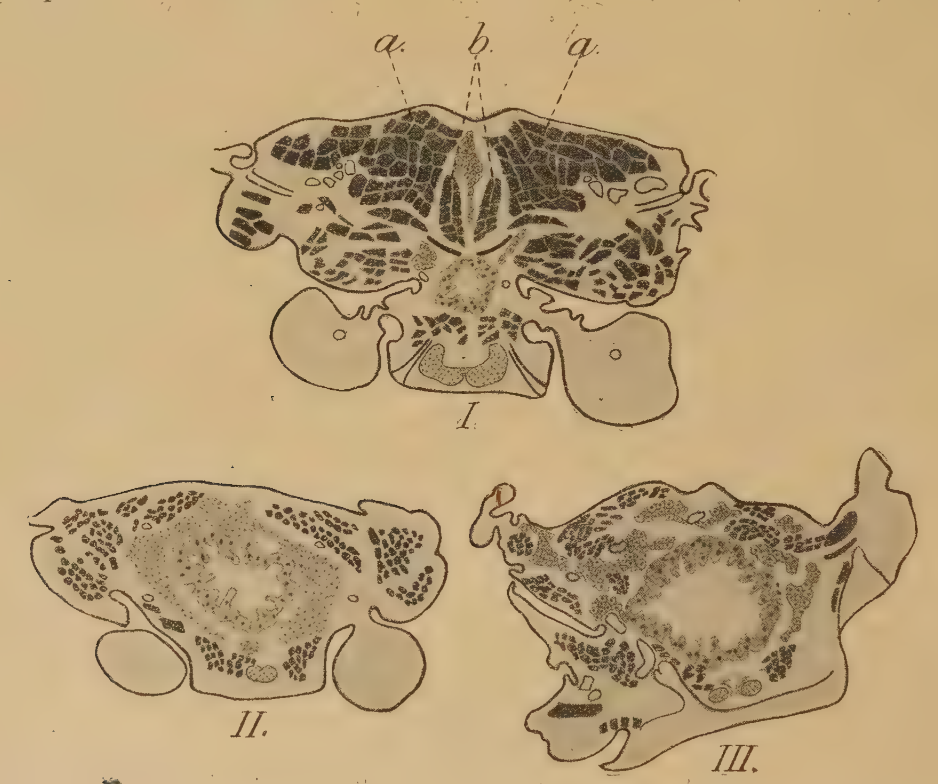
Conclusions. — 1° Les masses musculaires (*a*) et (*b*) qui existent chez *Labia minor*, espèce volant bien, sont considérablement réduites et même font défaut chez *Forficula Lesnei*, espèce qui ne peut voler en raison de

---

([1]) L. Mercier, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 933.
([2]) R. Poisson, *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1322, et t. 174, 1922, p. 770.

l'état d'atrophie des ailes. On peut donc admettre que ces muscles sont, chez *Labia*, en rapport avec le vol.

2° De même que chez *F. Lesnei*, les muscles du vol métathoraciques sont atrophiés chez *F. auricularia*. Cette espèce ne peut donc voler bien que possédant des ailes.



Coupes transversales du métathorax : I. De *Labia minor* (× 45). — II. De *F. Lesnei* (× 30). — III. De *F. auricularia* (× 30). *a*, muscles longitudinaux dorsaux ; *b*, muscles dorso-ventraux.

3° L'inaptitude au vol de *F. auricularia* rentre dans le cadre du processus *chersodromien* de Cuénot et Mercier (¹), ce processus étant caractérisé par la persistance des ailes et une atrophie plus ou moins marquée des muscles du vol.

Le cas de *F. Lesnei* est à rapprocher de celui d'*Apterina pedestris* Meig., de *Cratœrhina pallida* Olf. et de *Naucoris maculatus* Fab., espèces chez lesquelles il existe à la fois une atrophie des ailes et des muscles du vol plus ou moins accusée.

(¹) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1112.

L'atrophie des ailes est-elle consécutive à celle des muscles? Actuellement il est difficile de le dire. En effet, d'une part, Cuénot et Mercier ont montré que chez *Drosophila melanogaster* les muscles du vol existent quel que soit l'état d'atrophie des ailes (processus *drosophilien*); d'autre part, si l'atrophie des ailes de *F. Lesnei* résultait du non-usage, conséquence de l'atrophie musculaire, on ne comprend pas pourquoi le même processus ne s'est pas encore manifesté chez *F. auricularia*.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la composition de la propolis des Abeilles.* Note de M. **Alain Caillas**, présentée par M. Bouvier.

La propolis récoltée par les Abeilles pour obturer les fissures de la ruche a été considérée jusqu'ici comme une résine qui proviendrait elle-même des bourgeons de certains arbres.

Il était intéressant de rechercher la nature et la composition de cette propolis au point de vue chimique.

Tout d'abord, une question se pose : la propolis est-elle un composé défini ou, au contraire, n'est-elle pas un mélange de substances diverses? Les deux expériences suivantes vont rapidement fixer les idées.

1° Si l'on traite 10^g de propolis récoltée dans une ruche au printemps par un excès d'alcool pur et bouillant, on constate qu'environ 60 pour 100 de la propilis traitée se dissout dans l'alcool, en le colorant fortement, tandis que le reste forme des globules huileux qui se prennent par refroidissement en une masse jaune d'or.

La partie soluble dans l'alcool est constituée par une résine qui forme avec l'alcool un vernis. La partie insoluble a été identifiée : c'est de la cire pure, moins quelques acides gras entraînés par le dissolvant employé.

2° M. Perret-Maisonneuve, dans son remarquable Ouvrage sur l'élevage des reines, a fait lui-même l'expérience suivante :

« Si l'on fait fondre au bain-marie de la propolis obtenue en nettoyant les cadres, cette dernière se divise en deux parties : une première, visqueuse et foncée, demeure au fond du récipient, tandis que la seconde, liquide et jaunâtre, surnage. Cette partie, plus fluide, séparée par décantation, est constituée par une cire aromatique, à laquelle nous avons donné le nom de *cire de propolis*, qui a la propriété, après avoir été malaxée une fois, de rester malléable comme de la cire à modeler, tout en restant quelque peu collante. »

Les faits signalés sont exacts; leur interprétation a besoin d'être précisée et complétée.

La partie visqueuse et foncée qui demeure au fond du récipient est constituée par la même substance qui s'est dissoute dans l'alcool lors de notre première expérience. C'est une résine, d'aspect vert noirâtre, cassante et très aromatique.

La *cire de propolis* de M. Perret-Maisonneuve est constituée pour environ 90 pour 100 de son poids par de la cire pure, comme nous l'avons vu dans notre essai par l'emploi d'alcool bouillant. Les 10 pour 100 restants sont formés par une résine plus fusible, ayant un point de fusion voisin de 65° comme nous avons pu nous en assurer. Nous avions pensé un moment qu'il s'agissait d'une huile essentielle, mais aucun entraînement n'a pu être obtenu par un courant de vapeur d'eau, alors qu'il est plutôt facile de séparer de la cire en question une résine ayant un point de fusion relativement bas.

Il était également indispensable de déterminer chimiquement la nature de ces résines, car nous aurions pu nous trouver en présence d'un ou plusieurs baumes. L'acide benzoïque, qui caractérise nettement ces derniers, n'a pu être décelé, ni par sublimation, ni par précipitation par l'alcool.

Ces diverses expériences nous permettent donc de constater que la propolis récoltée par les Abeilles est en réalité un *mélange*, dans lequel nous trouvons :

1° Environ 70 pour 100 de résines, soit 60 pour 100 d'une résine fusible entre 90° et 100° et 10 pour 100 d'une autre résine fusible entre 65° et 70°.

2° 30 pour 100 de cire pure.

A notre avis tout l'intérêt de cette étude réside dans cette dernière constatation. Ainsi, contrairement à ce qui était admis jusqu'à présent, les Abeilles ne se contentent pas de récolter des résines sur les bourgeons des arbres. Leur instinct, ou leur intelligence, leur a fait comprendre que ces matières sont dures et cassantes, qu'elles peuvent se fendiller et qu'elles constitueraient un bien mauvais ciment pour l'usage qu'elles veulent en faire. Comme le maçon qui mélange à la chaux le sable destiné à boucher les interstices lorsque le phénomène de la « prise » se produit, l'Abeille incorpore à la résine une matière inerte et plastique à la fois, capable d'assurer le liant indispensable, et d'éviter les fentes et les cassures.

La présence de la cire dans les propolis nous ouvre des horizons tout nouveaux sur le travail merveilleux accompli par l'Abeille dans sa ruche. Il reste aux savants, aux chercheurs, aux entomologistes passionnés et patients,

émules de Fabre à nous expliquer par quel mécanisme cette cire est produite, à quel moment et de quelle façon elle se trouve mélangée à la résine, et par quels organes.

D'autre part, les apiculteurs qui, las du nettoyage des ruches, récoltaient parfois d'importantes quantités de propolis sauront désormais que cette matière possède une réelle valeur intrinsèque en raison des 30 pour 100 de cire qu'elle contient, ainsi que nous venons de le démontrer.

ZOOLOGIE. — *Les deux zones de l'épithélium externe du manteau et leur influence sur la qualité des perles chez les Mollusques.* Note de M. **Louis Boutan**.

En examinant du côté interne une valve d'Huître perlière (*Méléagrine*), on aperçoit deux zones très différentes, comme aspect et comme coloration :

1° Une zone centrale formée de lamelles de nacre de belle qualité ;

2° Une zone périphérique, formée d'une nacre mince et fortement colorée.

Ces deux zones ont, à très peu près, comme limite les insertions des muscles qui rattachent le manteau à la coquille et ont une étendue variable selon les mollusques.

Si nous étudions, par comparaison, une valve de *Pinna*, nous voyons que, chez cet animal, *la zone centrale est très réduite et la zone périphérique beaucoup plus développée que chez la Méléagrine*, et nous constatons également que la coquille de *Pinna* est mince et papyracée, tandis que celle de la Méléagrine est épaisse et formée presque entièrement de nacre lamelleuse.

Cette différence entre les deux coquilles tient à ce que la coquille est formée par la sécrétion de l'épithélium externe du manteau dont la zone périphérique fournit le *periostracum* et contribue à l'accroissement *en surface*, tandis que la zone centrale fournit la nacre lamelleuse et contribue à l'accroissement *en épaisseur*.

Au point de vue chimique, le *periostracum* est formé des mêmes éléments fondamentaux que la nacre, mais contient cependant plus d'eau et de matière organique. *Le periostracum est une nacre fortement hydratée.*

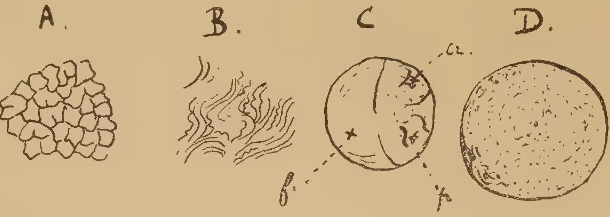
Or on sait, par les travaux les plus récents, que les perles fines complètes se forment aux dépens de l'épithélium externe du manteau, dans l'intérieur d'un sac épithélial (sac perlier) qui est une dépendance de cet épithélium externe du manteau.

Que va-t-il se passer si le sac perlier se forme aux dépens de la zone épithéliale périphérique et non aux dépens de la zone épithéliale centrale ?

On peut prévoir que les perles formées aux dépens de la zone épithéliale périphérique vont différer des perles formées dans la zone centrale, puisque cette zone périphérique donne le periostracum et non la nacre proprement dite. Elles auront la composition chimique du periostracum et seront des perles trop hydratées, qui par dessiccation se fendilleront et perdront peu à peu les qualités superficielles de la perle fine.

Grâce à des perles de *Pinna*, j'ai pu contrôler cette hypothèse.

Tous les pêcheurs de *Pinna* savent qu'il existe dans ces animaux des perles blanc rosé qu'on trouve dans la partie centrale du corps et des perles vivement colorées en rouge et rouge brique qu'on trouve dans les parties périphériques du manteau. Ces dernières, beaucoup plus abondantes que les autres, d'abord de bel aspect, perdent à l'air leurs qualités de lustre et d'orient.



A. Surface grossie d'une perle brune de *Pinna*. — B. Surface grossie d'une perle blanc rosé de *Pinna*. — C. Perle de Méléagrine présentant sur une moitié seulement les caractères de la perle fine. — D. Perle de Méléagrine présentant la même apparence que la perle brune de *Pinna*.

Les trois perles de *Pinna*, que j'ai examinées, deux sont d'un blanc lavé de rose et la troisième rouge brun foncé. Les deux premières, étudiées au microscope, présentent les courbes caractéristiques de la surface des perles fines (*fig.* B). La troisième, au contraire, ne présente plus les courbes caractéristiques, mais un dessin très régulier (*fig.* A) qui semble indiquer qu'elle s'est décomposée en petites pyramides dont les sommets convergent vers le centre et dont on n'aperçoit que les bases [1].

Il est vraisemblable, d'après la coloration, que les deux premières proviennent d'un sac perlier formé aux dépens de la zone épithéliale centrale

(1) Cette apparence correspond à la réalité, ainsi que le montrent très clairement les coupes de perles de *Pinna* représentées par Raphaël Dubois dans *Contribution à l'étude des perles fines*, Paris, 1909. L'auteur confond cet état secondaire avec la structure réelle des perles de *Pinna*.

et que la troisième provient d'un sac perlier formé aux dépens de la zone épithéliale périphérique.

L'origine réelle de ces perles resterait, malgré tout, douteuse, si je n'avais pas eu à ma disposition des perles correspondantes de Méléagrine.

Ce matériel de recherche, que je dois à l'obligeance de M. Ikeda, est constitué par deux perles, que je soumets à l'Académie. Ces deux échantillons qui, à la sortie de l'Huître perlière, présentaient, paraît-il, une belle apparence, proviennent d'un essai d'un greffeur de perles des pêcheries de M. Mikimoto. Ce praticien, au lieu de sacrifier une Méléagrine pour faire un sac perlier, a essayé d'utiliser toute la surface externe du manteau pour obtenir avec la Méléagrine sacrifiée plusieurs sacs perliers aux dépens du même animal. Il paraît avoir réalisé ainsi, sans s'en douter, une expérience capitale.

L'une des perles, celle de 8,84 grains, de couleur brun cendré (*fig.* D), présente, vue au microscope, le même dessin que la perle de *Pinna* (*fig.* A). L'autre, de 5,96 grains (*fig.* C), est formée d'une moitié, *f*, qui a conservé les qualités superficielles de la perle fine (*fig.* B), et d'une autre moitié, *p*, de couleur cendrée qui s'est craquelée, ne présente plus les qualités précédentes et rappelle au microscope l'aspect du sucre pilé.

Il me semble évident que le greffeur, en voulant utiliser le plus d'épithélium possible, a constitué un sac perlier formé exclusivement, dans le premier cas (perle de 8,84 grains), de l'épithélium de la zone périphérique, et dans le second cas (perle de 5,96 grains), à moitié d'épithélium de la zone périphérique et à moitié d'épithélium de la zone centrale.

Quoique je n'aie pas assisté à l'opération et récolté moi-même ces deux échantillons, les faits précédemment signalés dans *Pinna* me semblent entraîner la conviction.

Il en résulte que l'endroit de la zone épithéliale où se forme le sac perlier n'est pas indifférent et que, *pour obtenir de belles perles*, *il faut un fragment d'épithélium bien placé* [1].

Or le parasite qui forme souvent le noyau des perles accidentelles se rencontre, d'après les observations de Herdman et Hornell, à Ceylan, dans les endroits les plus variés du corps de l'Huître et je m'explique ces altérations secondaires, que l'on constate parfois sur des perles fines accidentelles, par la formation d'un sac perlier dans la zone périphérique. Le cas

---

[1] Les faits, exposés succinctement dans cette Note seront développés plus complètement dans un travail, qui sera publié dans un autre Recueil.

est assez rare, parce que la zone périphérique est peu développée dans les Méléagrines. Il est fréquent, pour la raison contraire, dans les *Pinna*.

Ces constatations sont en faveur de la perle fine de culture, puisque l'homme peut prélever pour la greffe le lambeau épithélial dans un endroit bien choisi, tandis que le parasite agit au hasard.

BIOLOGIE. — *Les danses nuptiales de quelques Néréidiens*. Note [1] de MM. **L. Fage** et **R. Legendre**, présentée par M. Ch. Gravier.

Nous avons récemment signalé [2] les montées vers la surface de la mer d'innombrables individus épitoques de plusieurs Néréidiens. Nous décrirons aujourd'hui les danses nuptiales qui précèdent l'émission des produits génitaux.

La ponte et la fécondation des œufs ont déjà été décrites chez maintes espèces : *Platynereis Dumerilii* (Hempelmann, 1911); *Platynereis megalops* (Just, 1914); *Nereis succinea* (Lillie et Just, 1913); *Nereis irrorata*, *N. pelagica*, *Perinereis cultrifera* et *P. Marioni* (Herpin, 1923). Mais le rassemblement en masse des *Heteronereis* près de la surface, et les danses qui précèdent la ponte n'ont été vus en mer que chez *P. Dumerilii*, *P. megalops* et *N. succinea;* seuls, et pour ces deux dernières espèces, Lillie et Just ont décrit le spectacle féerique auquel on assiste alors.

Nos observations portent sur trois espèces.

Perinereis cultrifera. — Le 1er mai, lendemain de la pleine lune et le soir suivant, nous mouillons notre lanterne vers 21h, entre le rocher d'Arc Gazek et les deux pointes du Minez, à quelque 200m du rivage.

La lune brille, la mer est parfaitement calme. Dès que l'eau est éclairée, de nombreux Cumacés et Amphipodes se dirigent vers la lanterne; peu après, la première *Heteronereis* sort de l'ombre, traverse en ligne droite la zone éclairée (d'une dizaine de mètres de rayon), passe près de la lanterne, puis disparaît. Une autre la suit, puis dix, cent, et bientôt on ne peut plus compter les Vers passant comme des flèches blanc rosé, en décrivant des courbes plus ou moins capricieuses. Leurs orbes se raccourcissent, tandis que d'autres approchent; toute l'eau visible est sillonnée de flèches traçant des cercles, des ellipses, des boucles; la mer paraît s'en emplir. Les plus proches de la lanterne s'arrêtent un instant contre ses vitres.

Les femelles arrivent alors, qu'on reconnaît à leur nage moins rapide. L'agitation

---

(1) Séance du 19 novembre 1923.

(2) L. Fage et Legendre, *Rythmes lunaires de quelques Néréidiens* (*Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 982).

augmente; des groupes s'isolent, formés chacun d'une femelle nageant en ronds de plus en plus serrés et de plusieurs mâles tournant autour d'elle de plus en plus vite, en cercles et en 8, la frôlant au passage.

Quand la femelle est arrivée à tourner sur elle-même comme un anneau, la tête et la queue presque en contact, soudain apparaît une masse vert émeraude d'œufs qui s'échappent à la fois par l'anus et par des déchirures du corps (¹).

A ce moment, l'excitation est à son comble. Les mâles traversent la masse d'œufs à toute vitesse et lancent par l'anus leur sperme en jets pressés; des traînées blanches tachent l'eau verte, qui s'effacent en se diluant.

Puis, la femelle tombe lentement au fond, inerte, épuisée; les mâles s'éloignent, tandis que d'autres groupes continuent leur danse.

Nous n'avons pu observer si, comme Herpin l'a vu en aquarium (²), la ponte est déclenchée par l'éjaculation d'un mâle ou si elle est spontanée.

Platynereis Dumerilii. — Nous ne décrirons que la scène dont nous fûmes témoins le soir du 4 août, nuit du dernier quartier, où l'abondance des individus fut particulièrement remarquable.

Viennent d'abord vers la lanterne les petits organismes habituels, puis des *Prionospio cirrifera* qui s'approchent en se tortillant et quelques *Polyophthalmus pictus* à la nage serpentine. Au bout d'un quart d'heure, les premières *Heteronereis* paraissent, traversant le champ éclairé comme des flèches plus petites que *P. cultrifera.* Leur nombre augmente rapidement, donnant l'impression d'une véritable avalanche. Des groupes de danseurs se forment de tous côtés, composés d'une femelle et de plusieurs mâles. La femelle tourne en rond, les mâles décrivent autour d'elle des cercles et des boucles. L'agitation croît à mesure que d'autres arrivent. Une ponte se produit : la femelle lâche ses œufs par l'anus et par les déchirures de ses anneaux; les mâles éjaculent dans la masse. D'autres suivent aussitôt. A peine un groupe a-t-il fini que plusieurs le remplacent au même point. Les danses se multiplient, s'activent, comme si les produits sexuels flottants attiraient et excitaient des nombres toujours croissants d'individus. L'eau devient laiteuse, puis trouble de sperme et d'œufs. Des femelles isolées dansent et pondent dans ce lait, bien qu'aucun mâle ne les approche. C'est un rut général tel qu'à 23^h, quand on rentre la lanterne à bord, la mer semble bouillonner à perte de vue d'*Heteronereis* tourbillonnantes. Tout ce qu'on sort de l'eau, lanterne, cordages, ancre, est enduit de vers ramassés au passage. Ceux qu'on a recueillis dans un cristallisoir y dansent jusqu'à épuisement et meurent agglutinés par les pontes.

Nous avons assisté plusieurs fois au même spectacle, soit à Banyuls, soit à Concarneau, moins grandiose peut-être, mais toujours répété par des milliers d'individus. Si la lanterne permet de l'admirer, le concentre et l'amplifie, il se produit aussi plus épars, sans lumière, puisque nous avons capturé des *Heteronereis* à l'obscurité en traînant

---

(¹) La ponte a un volume de 3 à 4$^{cm^3}$; la femelle vidée ne pèse plus guère qu'un gramme.

(²) R. Herpin, *Sur les relations sexuelles chez* Perinereis cultrifera *Gr.* (*Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 417-420).

un filet de surface et qu'en éclairant brusquement la mer, nous en avons surpris quelques-unes dansant.

Nereis irrorata. — Les mauvais temps d'août et septembre nous ont privés de renseignements sur cette espèce. Une seule fois, le 26 septembre, lendemain de la pleine lune, nous avons vu un seul couple danser et pondre près de la lanterne. Après une demi-heure d'attente, deux individus traversèrent successivement le champ éclairé, puis deux autres, survenant ensemble, se mirent à tourner verticalement en rond près de la lanterne, pendant une dizaine de minutes. Une tache laiteuse révéla leur ponte, après quoi ils disparurent; un cinquième fut aperçu vers la fin; capturé, c'était une femelle ayant déjà pondu.

Ces quelques observations, auxquelles nous pourrions joindre celles encore inédites faites par Racovitza et l'un de nous à Banyuls en 1909, 1913 et 1914, sur la danse nuptiale des *Nereis Zonata* Malm. et *rava* Ehl., nous semblent présenter un grand intérêt biologique. Elles montrent les préliminaires étranges d'un mode de ponte fort curieux, dont les détails revus et livrés à l'expérimentation révéleront encore bien des faits nouveaux. Elles permettront aussi de se procurer, à jour fixe, un matériel d'*Heteronereis*, d'œufs et de spermatozoïdes extraordinairement abondant qui ne manquera pas d'être utilisé pour de multiples recherches de tous ordres, tant histologiques et embryologiques que chimiques.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action d'une température élevée sur la mitose de segmentation des œufs d'oursin.* Note de M. **Boris Ephrussi**, présentée par M. F. Mesnil.

Dans une Note antérieure (1), j'ai montré que la résistance à la température est une qualité inhérente à l'œuf. Je me bornerai à résumer ici les résultats d'une étude cytologique des œufs de *Paracentrotus lividus* Lk. soumis à l'influence d'une température mortelle minima, c'est-à-dire qui ne tue les œufs qu'après un certain temps d'action.

Je tiens à remarquer dès maintenant que l'action de la température sur l'œuf n'a été étudiée jusqu'ici que très superficiellement. Les études déjà anciennes de R. et O. Hertwig, Driesch, Demoor, Herbst, etc., portent presque uniquement sur les modifications visibles à l'œil nu. Un Mémoire

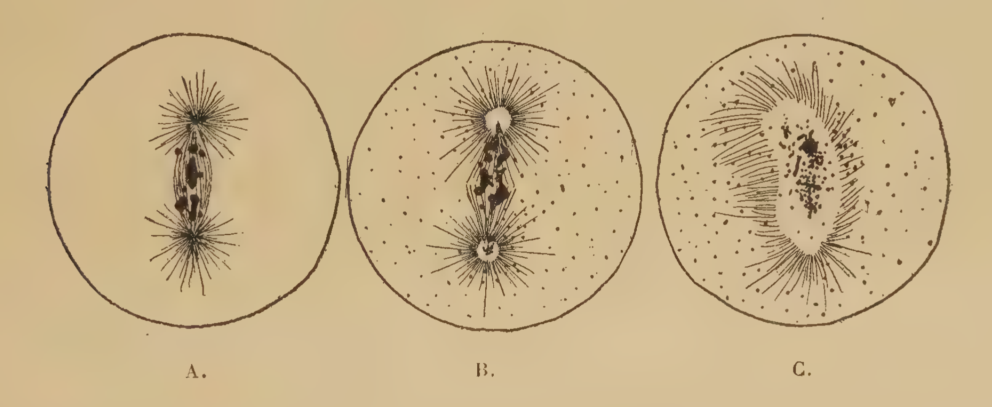
---

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 3 novembre 1923.

plus récent de Bury (1918) a trait spécialement à l'action de la température de 0°C. et est à peu près seul à donner des détails cytologiques.

La température mortelle n'agit pas toujours de la même façon : son action diffère suivant les stades du développement considérés. Aussi me bornerai-je aux œufs qui, pendant la prophase de la première division de segmentation, ont été transportés dans l'eau de mer chauffée à 32°C. et y ont séjourné jusqu'au moment de la fixation. La fixation est faite de 10 en 10 minutes.

10-20 minutes après le commencement de l'expérience, la mitose commence à se désorganiser. Les chromosomes, jusque-là régulièrement placés sur le fuseau, perdent cette orientation normale. On les trouve quelquefois orientés perpendiculairement à l'axe du fuseau. Ils se gonflent peu à peu et se soudent les uns aux autres (*fig.* A) de façon à former un bloc de chromatine compacte.



A. B. C.

Un peu plus tard on voit se séparer de ce bloc quelques grains chromatiques qui se dispersent dans le cytoplasme de l'œuf (*fig.* B). Cette séparation et cette émigration de grains chromatiques continuant, on se trouve bientôt en présence d'un fuseau devenu exclusivement achromatique et d'une multitude de grains de chromatine dispersés dans le cytoplasme de l'œuf (*fig.* C).

Le corps protoplasmique de l'œuf commence comme à l'ordinaire sa division en deux blastomères environ 60 minutes après la fécondation. Mais cette division est souvent arrêtée au stade où apparaît le premier étranglement. Plus fréquemment elle s'achève quand même, mais elle est alors suivie d'un refusionnement des deux blastomères. Enfin, dans un troisième cas, la première division est retardée et se fait simultanément d'une

manière multiple en trois, quatre blastomères et plus, qui se comporten ensuite comme les précédents.

30 minutes après le commencement de l'expérience, toute la chromatine est dispersée dans le cytoplasme et, au centre de la cellule, là où est peu à peu disparu le fuseau, on voit se reconstituer un grand noyau, pauvre en chromatine figurée ou qui en est même complètement dépourvu. A sa membrane, sont accolés un, deux ou plusieurs asters, dont l'origine m'a échappé. Ainsi se termine la première mitose.

Ultérieurement le cytoplasme ne montre plus aucune activité.

Mais l'œuf n'est pas mort encore : 10 minutes plus tard l'activité de la cellule reprend en un nouveau cycle de mitoses abortives, qui s'achève au cours des 20-30 minutes suivantes. Tous les stades décrits plus haut s'y retrouvent : gonflement et soudure des chromosomes, dispersion des grains chromatiques dans le cytoplasme, etc. Une différence pourtant est à remarquer : dans le second cycle, la majorité des mitoses sont polycentriques. Pendant l'installation d'une mitose, les grains chromatiques disparaissent du cytoplasme. Quand le noyau achromatique se reconstitue, on voit, en plus des asters périnucléaires, des cytasters. Le cytoplasme ne montre pendant ce temps aucune tendance à la division; les traces de la première division cytoplasmique continuent au contraire à s'effacer.

L'évolution de tous les œufs est synchrone durant le premier cycle. Pendant le second, elle devient de plus en plus irrégulière et, 2 heures après le commencement de l'expérience, on retrouve encore dans une même préparation tous les stades de l'évolution décrite. Cela permet, me semble-t-il, de supposer l'existence d'un troisième cycle.

Environ 2 heures après le commencement de l'expérience, l'œuf commence à entrer en cytolyse : la couche superficielle du protoplasme prend un aspect irrégulier, le pigment se rassemble à la périphérie et l'œuf achève de mourir.

La division cytoplasmique est donc paralysée dès le début de l'action de la température, tandis que le noyau montre encore une certaine activité 2 heures environ après le commencement de cette action. Mais une autre fonction du protoplasme, la synthèse de substance chromatique, semble persister ou être même accélérée (peut-être proportionnellement à l'élévation de la température) : l'augmentation de volume du noyau reconstitué l'indique. Ces faits s'ajoutent à d'autres déjà connus qui démontrent, lors de la mitose, l'indépendance mutuelle des organes cellulaires.

L'apparition, au second cycle, d'asters accessoires peut être considérée comme un processus régulateur des mitoses mises en train par la fécondation et devenus anormales par l'inachèvement des divisions cytoplasmiques, alors que continue la synthèse de chromatine.

TÉRATOLOGIE. — *Présence de la rétine et absence des nerfs optiques chez les monstres énencéphales.* Note de M. **Nicola Alberto Barbieri**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'analyse chimique exécutée sur 1150g de rétine fraîche de bœuf a mis en évidence que la rétine ne possède pas les principes chimiques du nerf optique ([1]).

Les recherches d'anatomie comparée, déjà relatées, ont permis de constater la terminaison arétinienne du nerf optique dans la série animale ([2]).

L'ensemble de l'étude se trouve confirmé par les recherches de tératologie.

Dans l'année 1896 j'ai eu l'occasion d'observer en Italie un monstre énencéphale (*fig.* I) né à terme, bien conformé et qui a vécu deux jours ([3]).

J'ai constaté à l'autopsie à la place de l'encéphale la présence d'une tumeur dermique divisée en plusieurs lobes remplis d'une humeur rougeâtre. Les yeux très petits avec une rétine des plus minces ne possédaient pas les nerfs optiques.

De même chez les monstres cyclopes on a observé que l'œil, en général bien conformé, tout en possédant une rétine normale, est dépourvu du nerf optique. Pendant le mois d'octobre 1919 le Royal College de Chirurgiens de Londres a mis à ma disposition un monstre énencéphale (*fig.* II) né à terme et qui semble avoir vécu deux jours. J'ai constaté à l'autopsie pratiquée au Collège même des Chirurgiens l'absence complète de l'encéphale qui était remplacé dans sa totalité par une tumeur dermique.

Les globes oculaires d'un aspect normal possédaient des prolongements semblables aux nerfs optiques, lesquels nerfs étant restés à l'état embryonnaires sont désignés avec le nom de pédicules optiques.

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1367.

([2]) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1532; t. 165, 1917, p. 77; t. 172, 1921, p. 1376.

([3]) *XIIIe Congrès international de Médecine*, Paris 1900 : Section de Physiologie, p. 161-172.

Fig. I.



Encéphale 1898 qui possédait les rétines sans les nerfs optiques.



Fig. II.



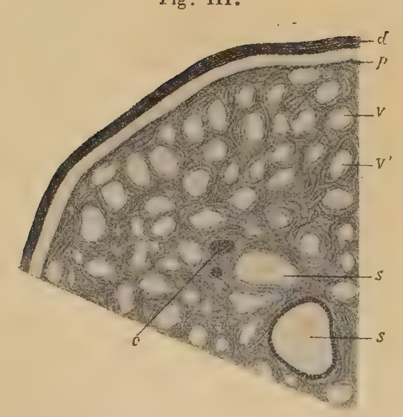
Encéphale de 1919 qui possédait les rétines avec les pédicules optiques.

Fig. V.



Distruction complète de l'uvée par traumatisme avec intégrité du nerf optique. (Musée du Royal College des Chirurgiens de Londres.)

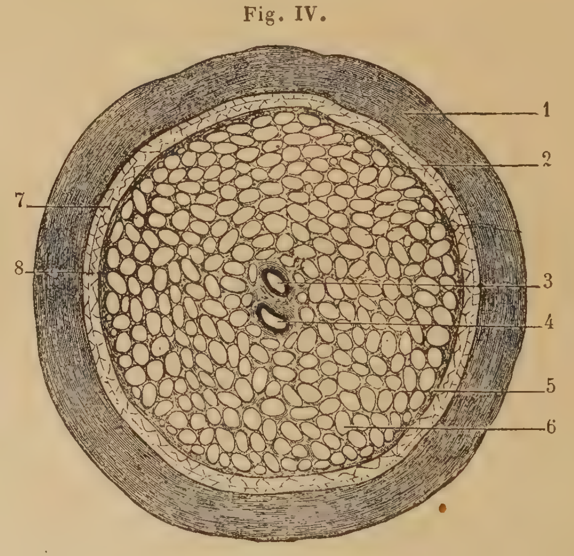
Fig. III.



Charpente des pédicules optiques chez l'encéphale 1919.

d, dure-mère; *p*, pie-mère; *v*, *v'*, tuyaux vides; *s*, *s*, vaisseaux sanguins; *e*, tuyaux remplis de sang coagulé.

Fig. IV.



Charpente conjonctive du nerf optique normal chez l'homme.

1, dure-mère; 2, arachnoïde; 3, artère centrale de la rétine; 4, veine centrale de la rétine; 5, pie-mère; 6, tuyau de tissu conjonctif pour les faisceaux nerveux; 7, espace subdural; 8, espace subarachnoïdal.

Ces pédicules optiques, sans former le chiasma, se confondaient dans la gouttière optique du corps du sphénoïde avec un tissu fibreux très résistant. Ils traversaient avec leur membrane durale la sclérotique plus épaisse que d'habitude.

La rétine, d'aspect normal, légèrement injectée de sang, s'insérait à la dure-mère des pédicules par un mince filet conjonctif. Ces minces filets conjonctifs, en augmentant de nombre, finissent chez l'adulte par constituer les fibres de soutien et d'attache de la rétine à la lame dite *criblée*.

Les coupes transversales des pédicules ont montré que ceux-ci étaient formés seulement par des tuyaux cylindriques, creux, et de diamètre inégal. Ces tuyaux avec des parois de tissu conjonctif présentaient un calibre inégal, ils se rangeaient les uns à côté des autres sans prendre une forme symétrique. Une trame conjonctive plus ou moins large séparait entre eux les tuyaux cylindriques qui, dépourvus de membrane propre et d'épithélium, se présentaient vides ou de temps à autre obstrués par du sang coagulé. On pouvait facilement dissoudre avec de l'acide acétique le sang coagulé et rendre vides les tubes ainsi obstrués. Dans chacun de ces tuyaux aurait dû s'emboîter chaque faisceau nerveux des nerfs optiques, faisceaux constitués toujours par des innombrables petits tubes nerveux remplis de neuroplasma. Mais puisque tout l'encéphale faisait défaut, les pédicules optiques possédaient seulement la charpente conjonctive avec les relatifs tuyaux vides et dépourvus de tubes nerveux (*fig.* III).

Cette description microscopique des pédicules optiques chez un énencéphale confirme de tout point les recherches embryologique [1] d'après lesquelles les pédicules optiques constitueraient, en quelque sorte, un organe de conduction apte à recevoir les tubes nerveux qui, des cellules ganglionnaires du cerveau (couche optique, tubercules quadrijumeaux), se dirigent vers la rétine.

Cette même structure des pédicules optiques chez un encéphale se rassemble, dans certaines limites, à la structure normale de la charpente conjonctive du nerf optique (*fig.* IV) déjà signalée par Morrs's chez l'homme [2].

Gowers relate que les lésions d'origine tabétique tout en provoquant une dégénérescence des nerfs optiques laissaient la rétine complètement normale [3].

---

(1) OSCAR HERTWIG, *Traité d'Embryologie*, 1900, p. 558-559.

(2) MORRS'S, *Human Anatomy*, 5e édit., 1915, Part III, p. 1074.

(3) GOWERS, *A manuel of diseases of the nervous system*, London, 1899, 3e édition, vol. 1, p. 480.

Par contre on a constaté qu'à la suite d'un traumatisme toute l'uvée (chez l'homme) a été complètement détruite tandis que le nerf optique restait intègre (*fig.* V).

Comme on voit, les recherches chimiques, anatomiques, embryologiques, cliniques et d'anatomie pathologique ne sont guère favorables à la conception actuelle qui considère la rétine comme un centre nerveux périphérique ou comme une sorte de ganglion membraneux d'où naissent la plupart des fibres du nerf optique [1].

PATHOLOGIE. — *Sur certaines coïncidences de néoplasmes malins et sur les délais de leur apparition.* Note de M. **R. Bazin**, présentée par M. H. Vincent.

Nombreuses sont aujourd'hui les observations de maisons à cancer, de villages à cancer et même de cages de souris à cancer.

Ces faits sont diversement interprétés, mais il ne semble pas que ceux qui croient au rôle de la contagion aient, d'une manière générale, étudié l'intervalle de temps qui, dans une même maison, sépare l'apparition des différents cas de cancer.

Les exemples suivants permettraient tout au moins de poser le problème.

I. En 1908, Mme veuve R... entre comme domestique au service de M. Félix L.... En 1910, elle présente les premiers signes d'un cancer du sein. Elle meurt de cette affection le 5 septembre 1914, à l'âge de 64 ans.

En 1918, M. Félix L... commença à maigrir ; il présentait depuis quelque temps déjà des alternatives de diarrhée et de constipation. En 1919, il était atteint d'un cancer inopérable du rectum : le Dr Guibé pratiqua un anus iliaque et 7 mois plus tard, le 30 juillet 1920, M. L... mourut à l'âge de 60 ans.

A noter que le frère de Mlle R... succomba en 1923 d'un cancer secondaire du foie.

II. En 1911, Mme G... est atteinte d'un cancer de l'estomac : elle meurt en 1913, à l'âge de 56 ans.

Pendant la dernière année de sa vie, elle fut soignée par Mme B.... En 1916, Mme B... remarqua dans son sein gauche une petite tumeur : ayant consulté un médecin en 1919, elle refusa l'opération proposée et mourut le 13 décembre 1921, à 70 ans, de cancer du sein.

III. Le 8 novembre 1920, Mlle L... mourut d'un cancer de l'intestin à l'âge de 75 ans.

---

[1] Cajal, *Nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et les vertébrés*, Paris, 1895, p. 111.

Elle avait été soignée par Mme H... ; en 1922, Mme H... fut atteinte d'un cancer du pharynx, qui, malgré le traitement par le radium, l'emporta le 6 avril 1923, à l'âge de 64 ans.

IV. M. R... est réformé pour un néoplasme de l'œsophage : il meurt le 28 septembre 1919, à l'âge de 46 ans.

Sa femme, née M..., meurt le 26 juin 1922 d'un cancer secondaire du foie.

V. M. F... meurt en 1912, à l'âge de 67 ans, d'un cancer de l'estomac.

Mme F... qui habitait toujours la même maison, meurt également d'un cancer du foie en 1923. Elle avait 68 ans.

VI. Mme Charles B... meurt en 1902 d'un cancer de l'intestin. Son mari, dix ans plus tard, est atteint d'un cancer du foie et meurt en 1914.

Si l'on se reporte aux observations que j'ai publiées [1], on verra que dans une même maison est morte, en 1899, Mlle Félicité X..., atteinte d'un cancer du sein. Une chienne qui vivait dans cette maison abattue en 1904 avait une tumeur ulcérée de la mamelle. En 1909, le propriétaire de l'immeuble présenta des phénomènes d'entérite et mourut en 1912 à l'âge de 50 ans d'un cancer de l'intestin. Sa femme succomba en 1920 d'une tumeur cérébrale.

Dans une autre maison une chienne meurt en 1912 d'une tumeur de la mamelle ; sa propriétaire meurt en 1918 d'un cancer de l'estomac ; une autre chienne est prise de tumeur de la mamelle en 1920 et son propriétaire meurt en 1923 d'un cancer de l'estomac.

On doit évidemment faire toutes réserves sur l'hypothèse de la contagion. Si l'on admet celle-ci, la durée de l'incubation aurait été fort longue et varierait entre 2 et 12 ans. La tumeur serait donc, peut-être, la manifestation ultime d'une infection silencieuse, comme les gommes d'une syphilis dont les accidents primaire et secondaire auraient passé inaperçus.

Il serait imprudent de tirer des faits ci-dessus une conclusion prématurée ; ils ne sont pas, cependant, exceptionnels et beaucoup de médecins ont observé des cas analogues. C'est pourquoi il serait utile de les recueillir et peut-être une étude d'ensemble permettrait-elle de découvrir les modes d'éclosion de cette maladie, dont jusqu'ici les origines nous échappent entièrement.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 150.

THÉRAPEUTIQUE. — *Étude de la phosphatémie chez les rachitiques et de ses variations sous l'influence des rayons ultraviolets.* Note (¹) de MM. **E. Lesné, L. de Gennes** et **Ch.-O. Guillaumin**, présentée par M. Charles Richet.

Nous avons insisté dans une précédente Note sur les variations de la calcémie chez les enfants rachitiques sous l'influence des rayons ultraviolets. Nous avons depuis poursuivi un certain nombre de recherches sur la phosphatémie chez ces mêmes sujets.

L'attention a été attirée il y a plus d'un an par Howland et Kramer, puis par Hess et ses collaborateurs sur la faible teneur en phosphore inorganique du sérum sanguin chez les enfants rachitiques et chez les rats soumis à un régime pauvre en phosphate.

Toutes ces recherches portaient sur le phosphore inorganique du sérum. En réalité la question est plus complexe et les variations de la phosphatémie peuvent porter sur trois ordres d'éléments.

α. *Le phosphore inorganique* ou phosphore salin dont les chiffres s'expriment facilement en PO^4H^3.

β. *Le phosphore organique* qui ne peut être dosé qu'après destruction de la molécule par calcination ou minéralisation.

γ. *Le phosphore lipoïdique* ou phosphatide dont les composants les plus intéressants sont les lécithines.

En pratique les deux chiffres importants à connaître sont ceux du phosphore salin et du phosphore organique.

1° *La phosphatémie chez l'enfant sain.* — Nous nous sommes d'abord efforcés d'établir le taux de la phosphatémie chez l'enfant sain. Hess et ses collaborateurs ayant insisté sur les variations saisonnières de ces chiffres nous avons groupé toute cette première série de dosages entre les mois de juin et de juillet.

Le chiffre moyen est de $4^{mg},8$ par 100^{cm^3} de sérum.

Les résultats ont été sensiblement égaux dans les deux sexes mais nous ont paru notablement modifiés par le mode d'alimentation, leur moyenne restant à 4,5 chez les enfants nourris au biberon et s'élevant à 5,3 chez les enfants nourris au sein.

D'autre part, la phosphatémie semble s'élever notablement après les repas; aussi avons-nous effectué tous nos dosages chez des enfants à jeun.

Nous avons employé la méthode colorimétrique de Doisy et Bell légè-

---

(¹) Séance du 19 novembre 1923.

rement modifiée par l'un de nous. Les résultats obtenus en PO^4H^3 sont ramenés à l'unité phosphore en divisant le chiffre initial par 3,16.

2° *La phosphatémie chez les rachitiques.* — Chez les enfants atteints de rachitisme en évolution accompagné de lésions osseuses évidentes, la diminution des chiffres du phosphore nous a paru constante et manifeste, et l'hypophosphatémie peut descendre jusqu'à moins de la moitié des chiffres normaux.

α. Dans les cas de rachitisme floride, chez les enfants exempts de toute syphilis héréditaire, nous avons constamment observé une diminution du phosphore inorganique du sérum variant entre 40 et 50 pour 100, et nous avons pu obtenir une moyenne de 3^{mg} par 100^{cm^3} de sérum (contre 4,8, chiffre normal).

β. L'hypophosphatémie nous a paru plus considérable encore dans le rachitisme précoce hérédo-syphilitique.

Dans les deux cas que nous avons pu observer, elle s'abaissait aux chiffres extrêmes de $1^{mg},8$ et $1^{mg},3$ pour 100^{cm^3} de sérum.

γ. Au contraire, au cours des lésions rachitiques anciennes et fixées, le taux de la phosphatémie semble rester normal.

3° *Action de la lumière sur le phosphore inorganique du sérum.* — Nous avons soumis à l'irradiation lumineuse d'une lampe à arc de 1200 bougies située à une distance de $0^m,80$, un certain nombre des enfants rachitiques chez qui nous avions pu déterminer par plusieurs dosages successifs le taux fixe du phosphore inorganique.

Nous avons pu constater une élévation rapide du taux du phosphore qui débute dès la quatrième séance d'irradiation et atteint son maximum en 15 jours environ.

Les chiffres s'élèvent régulièrement jusqu'à la normale qu'ils peuvent même passagèrement dépasser, atteignant les limites extrêmes de 7^{mg}, 8^{mg} et 9^{mg} par 100^{cm^3} de sérum.

Cette élévation de la phosphatémie n'est pas parallèle à celle de la calcémie. Elle est plus précoce, plus constante, plus considérable et semble la conditionner.

4° *Action des rayons ultraviolets sur le phosphore organique.* — Dans une seconde série d'expériences effectuées à l'aide de la lampe de quartz à vapeurs de mercure, nous nous sommes efforcés d'étudier les variations du phosphore organique et leurs rapports avec celles du phosphore salin.

Le phosphore organique se trouve dans le sérum à l'état de composés

infiniment plus stables que le phosphore salin et ses variations sont beaucoup plus faibles.

Les chiffres du phosphore organique semblent rester normaux chez les enfants rachitiques. Ils se maintiennent aux environs de $7^{mg},5$ pour 100^{cm^3} de sérum, quel que soit l'abaissement du phosphore inorganique.

Nous avons soumis nos sujets aux rayons directs de la lampe de quartz à vapeurs de mercure à une distance de 90^{cm} par séances quotidiennes, de durées croissantes de 2 à 10 minutes, pendant 12 jours consécutifs.

Les résultats ont été très nets :

Tandis que le phosphore inorganique s'élevait constamment et très rapidement dans des proportions du simple au double, les chiffres du phosphore organique ont subi également une élévation constante mais beaucoup moins considérable qui n'excède pas en général 1 à 2 milligrammes pour 100^{cm^3} de sérum.

Conclusions. — En résumé nous pouvons conclure de cette étude que :

1° Pendant la période active du rachitisme, le taux du phosphore sanguin est constamment et considérablement abaissé au point qu'on peut faire de cet abaissement un véritable stigmate nouveau du rachitisme.

Cette déficience porte surtout sur le phosphore salin, les chiffres du phosphore organique ne subissant qu'une diminution faible et inconstante.

2° Sous l'action des rayons ultraviolets (lampe à arc ou lampe de quartz à vapeurs de mercure) le taux de la phosphatémie saline s'élève rapidement, souvent du simple au double et parfois davantage.

Les chiffres du phosphore organique s'élèvent dans des proportions beaucoup moins importantes.

3° Les variations de la phosphatémie dans le rachitisme semblent bien plus constantes et surtout bien plus considérables, que celles de la calcémie sur laquelle nous avons attiré l'attention dans une précédente Note.

Les résultats semblent aussi moins durables et le traitement du rachitisme par la lumière doit, s'il veut être actif, être prolongé longtemps par des séries d'irradiations discontinues.

MICROBIOLOGIE. — *Hémolyse alexique et protéolyse.* Note de M. E. Wollman et Mlle I.-A. Graves, présentée par M. Roux.

De nombreux auteurs (Buchner, Ehrlich, Metchnikoff, Kiss, Scheller) assimilent l'alexine aux diastases. Cette façon de voir est basée sur

certaines propriétés de l'alexine, ainsi que sur l'analogie qu'il semblait y avoir entre le complexe sensibilisatrice-alexine et le complexe entérokinase-trypsine.

On ne possède pas pourtant de preuves directes de l'action protéolytique de l'alexine. Nolf[1] n'a pu déceler de peptones dans les milieux contenant des globules rouges hémolysés. Plus récemment Landsteiner et Lampl[2], en soumettant à l'action de l'alexine le précipité formé au contact de sérum de cheval et d'un sérum lapin anti-cheval, n'ont pu constater de changement dans le poids du précipité traité.

L'une et l'autre des méthodes employées : recherche des produits de la digestion, pesée directe de l'albumine avant et après la digestion, présentent, on le sait, de très grandes difficultés lorsqu'il s'agit d'actions protéolytiques de faible intensité. Il nous a donc paru intéressant d'appliquer à l'étude de l'hémolyse une réaction bactériologique très simple de la protéolyse que l'un de nous a décrite il y a quelques années[3] et dont voici le principe.

Ensemencé dans des milieux albuminoïdes divers, le *B. coli* y cultive plus ou moins abondamment, mais sans produire d'indol. Dès qu'une action protéolytique vient à se produire, l'indol apparaît dans la culture, à cette seule condition que les albumines employées renferment du tryptophane. Cette réaction s'est montrée être d'une régularité et d'une sensibilité très grandes; elle permet, pour certaines peptones, de déceler des quantités inférieures à $0^{g},0002$[4].

Avant d'appliquer cette méthode à l'étude du mécanisme de l'hémolyse, il fallait s'assurer que les protéines constitutives des globules rouges renferment du tryptophane.

Expérience. — On ensemence du *B. coli* dans une série de tubes contenant des dilutions croissantes d'une suspension normale (c'est-à-dire ramenée au volume primitif du sang) d'hématies de mouton ayant subi la digestion tryptique. La réaction de l'indol (au *p*-diméthylamidobenzaldéhyde) a été pratiquée au bout de 48 heures. En voici les résultats :

---

(1) *Ann. Inst. Pasteur*, t. 14, p. 656.
(2) *Zeitschr. f. Immun.*, t. 26, p. 193.
(3) *C. R. Soc. biol.*, t. 82, p. 1263.
(4) *Bull. Soc. Ch. biol.*, t. 5, p. 253.

		Indol.
Tube 1, dilution à 1 pour	20	++++
» 2 »	40	+++
» 3 »	80	++
» 4 »	160	++
» 5 »	320	+
» 6 »	640	+

La richesse en tryptophane des protéines globulaires est confirmée par l'expérience suivante dans laquelle les hématies ont été soumises à l'hydrolyse acide.

Expérience. — Des hématies de mouton lavées à 6 reprises sont soumises à l'hydrolyse par l'acide sulfurique. Après précipitation par la baryte, le milieu est filtré et dilué de manière à renfermer environ une partie de globules hydrolysés pour soixante. Le *B. coli* ensemencé dans ce milieu donne au bout de 48 heures une réaction de l'indol correspondant à l'indice + + +.

Si donc l'hémolyse alexique comportait une désintégration des protéines globulaires on devrait, en ensemençant du *B. coli* dans le milieu renfermant des hématies hémolysées, obtenir une réaction de l'indol positive. Or, il n'en est rien. En faisant hémolyser des quantités relativement énormes de globules rouges sensibilisés (correspondant à 1 pour 20 ou même 1 pour 2 de suspension normale) et en y ensemençant ensuite du *B. coli*, on trouve constamment une réaction de l'indol négative. On est donc en droit de conclure, en confrontant ce résultat avec celui des expériences rapportées plus haut, que *la lyse alexique n'est pas liée à une digestion des protéines globulaires*.

A $15^h 50^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

É. P.